

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

JUGEMENT ET PRISE DE DÉCISION : VALIDATION D'UN TEST DE JUGEMENT
ET ÉTUDE DES BIAIS COGNITIFS

THÈSE
PRÉSENTÉE
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE

PAR
FRÉDÉRIQUE ESCUDIER

OCTOBRE 2015

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.07-2011). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mon directeur de thèse, Peter Scherzer, pour son soutien tout au long de mon cheminement doctoral, ses commentaires constructifs et sa disponibilité. Je lui suis également reconnaissant de m'avoir accordé autant de liberté sur mon choix de sujet de thèse.

Je voudrais également remercier mes précieux collaborateurs. Je suis ainsi reconnaissante à Carol Hudon d'avoir accepté de collaborer à ce projet de recherche et de m'avoir référé des patients atteints d'une démence de type Alzheimer. Je le remercie également pour tous ses commentaires sur les articles. Merci également à Isabelle Tremblay pour la coordination du recrutement de ces patients et à Marie-Claude Blackburn pour sa participation à leur évaluation. Je remercie aussi Simon Charbonneau, Valérie Bédirian, Edith Léveillé et Jessica Cole pour leur participation aux discussions concernant la construction du test, pour l'évaluation des participants et pour leurs commentaires sur les articles. Je remercie également Marjorie Morin et Bénédicte Ronfard pour leur participation à l'évaluation de participants pour la version préliminaire du test. Enfin, merci à Jean Bégin pour ses précieux conseils concernant les analyses statistiques.

Je tiens aussi à remercier les 14 neuropsychologues qui ont accepté de constituer le groupe d'experts pour évaluer le test de jugement. Leurs commentaires sur la version préliminaire du test furent très utiles et ont certainement permis d'améliorer ce test.

Je remercie spécialement chacun des 185 participants qui ont accepté de donner de leur temps et qui ont ainsi permis de réaliser cette recherche.

Je remercie mes parents, frère et sœur pour leur appui et leurs encouragements. Je les remercie également d'avoir accepté sans jamais me le reprocher de m'être établie au Québec malgré leur envie naturelle de me voir rester en France.

Enfin, ma dernière pensée va à la plus chère de mes amies. Julia, tu fus mon expérience de vie la plus belle et la plus riche. Vivre mes vingt premières années avec toi a sans aucun doute construit la personne que je suis aujourd'hui. Je te dois le caractère passionnel de mes investissements, ma persévérance à toute épreuve et mon besoin de m'investir dans des choses qui comptent. Un tsunami t'a enlevé, mais tu es présente dans mes pensées chaque jour.

À Julia

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	II
LISTE DES TABLEAUX.....	VII
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	IX
RÉSUMÉ.....	X
 INTRODUCTION.....	 1
 CHAPITRE I	
CONTEXTE THÉORIQUE.....	3
1.1. Les modèles théoriques de la prise de décision.....	3
1.2. Le Système 1	4
1.3. Le Système 2	5
1.4. Les fonctions cognitives sous-jacentes au jugement.....	7
1.5. Les biais.....	9
1.6. Substrat neuroanatomique du jugement	10
1.7. Quand évaluer le jugement.....	12
1.8. Recension des tests.....	14
1.9. Le besoin d'un nouveau test de jugement.....	16
1.10. Objectifs des études.....	17
 CHAPITRE II	
ARTICLE 1. EVALUATING JUDGMENT: DEVELOPMENT, VALIDATION AND REGRESSION-BASED NORMATIVE DATA OF THE JUDGMENT ASSESSMENT TOOL (JAT).....	19
2.1. Abstract	21
2.2. Introduction	22
2.3. Study 1: Test Developement	26
2.4. Study 2: Experimental Study.....	29

2.5. Discussion	36
 CHAPITRE III	
COGNITIVE BIASES: THE CONTRIBUTION OF DEMOGRAPHIC VARIABLES, COGNITIVE FUNCTIONING AND PROCESSING STYLE	
PREFERENCE.....	52
3.1. Abstract	54
3.2. Introduction	55
3.3. Method	57
3.4. Results	61
3.5. Discussion	64
 CHAPITRE IV	
DISCUSSION GÉNÉRALE	80
4.1. Les qualités psychométriques du <i>Judgment Assessment Tool (JAT)</i>	81
4.2. Les fonctions cognitives sous jacentes au jugement et aux biais	83
4.3. L'évaluation de solutions au delà de leurs avantages et inconvénients	86
4.4. L'impact des variables démographiques	87
4.5. L'évaluation du jugement en contexte clinique	88
4.6. Limites	89
4.7. Perspectives	90
 CONCLUSION	
	92
 RÉFÉRENCES.....	
	93

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE II

Table 1. Age, sex and education of the HC group ($n = 120$)	41
Table 2. Demographic characteristic and MoCA score of the subsample who underwent the neuropsychological evaluation and the AD participants	42
Table 3. Final regression models for JAT measures	43
Table 4. Principal component analysis.....	44
Table 5. Convergent and divergent validity of the JAT	45
Table 6. Test-retest reliability and practice effects	46
Table 7. Comparisons of JAT T scores by group.....	47

CHAPITRE III

Table 1. Age, sex and education of the HC group ($n = 120$)	68
Table 2. Demographic characteristics and MoCA score of the subsample that underwent neuropsychological evaluation and AD participants.....	69
Table 3. Correlations between neuropsychological variables and Bias Index.....	70

Table 4. Neuropsychological variables by process system.....	71
--	----

Table 5. Comparison of the AD group and the matched HC group.....	72
---	----

LISTE DES ABREVIATIONS

En français

ANOVA	Analyse de variance
DTA	Démence de Type Alzheimer
TCC	Traumatisme cranio-cérébral
TCL	Trouble Cognitif Léger
UQAM	Université du Québec à Montréal

En anglais

AD	Alzheimer's Disease
CRT	Cognitive Reflection Test
CWIT	Color-Word Interference Test
D-KEFS	Delis-Kaplan Executive Function Battery
GDS	Geriatric Depression Scale
HC	Healthy Controls
HVLT-R	Hopkins Verbal Learning Test – Revised
ILS-PB	Independent Living Scales – Problem Solving
JAT	Judgment Assessment Tool
KPT	Kitchen Picture Test
MoCA	Montreal Cognitive Assessment
NAB-JDG	Neuropsychological Assessment Battery - Judgment/Daily Living test
NCSE-JQ	Neurobehavioral Cognitive Status Exam – Judgment Questionnaire
TOP-J	Test of Practical Judgment
WAIS	Wechsler Adult Intelligence Scale

RESUME

Nos décisions peuvent être prises par deux systèmes de traitement. Le premier système est un système intuitif qui permet de prendre des décisions rapidement grâce à des heuristiques. Ces heuristiques correspondent à des raccourcis de raisonnement et permettent d'accélérer la prise de décision mais elles sont aussi susceptibles de causer de nombreux biais altérant une prise de décision rationnelle. Le deuxième système est un système analytique qui permet de choisir la solution la plus adaptée à un problème après avoir généré et évalué différentes solutions. Malgré l'importance manifeste des capacités de jugement et de résistance aux biais cognitifs pour prendre des décisions dans la vie quotidienne, il n'existe pas de test pour les mesurer ayant de bonnes qualités psychométriques et ces capacités demeurent peu connues sur le plan neuropsychologique autant par rapport à leurs corrélats cognitifs que par rapport à l'effet des variables démographiques.

Le but de ce projet de recherche était d'abord de valider un nouveau test de jugement basé sur les modèles théoriques du processus de jugement. Nous avons donc développé un test, le *Judgment Assessment Tool* (JAT), qui contient deux sections, la génération de solutions et l'évaluation de solutions, soit les deux étapes du jugement selon les modèles de prise de décision. La version préliminaire du test a été évaluée par 14 experts et testée auprès de 30 participants. Les meilleurs items ont ensuite été sélectionnés pour constituer la version finale du test. Cette version finale a été validée auprès de 120 participants âgés de 20 à 84 ans avec neuf à 21 ans de scolarité. Les résultats de l'évaluation des qualités psychométriques ont montré que le test possédait une bonne cohérence interne, une bonne fidélité test-retest et un excellent accord inter-juge. L'étude de la validité de construit du JAT a montré que le test corrélait avec des mesures liées au raisonnement (raisonnement abstrait et mémoire de travail) ainsi qu'à une mesure de la fluidité verbale, ce qui est cohérent avec la littérature. Afin que ce test puisse être utilisable en pratique clinique, nous avons également développé des normes basées sur une régression prenant en compte les variables d'âge et de scolarité. Nous avons vérifié la sensibilité de ces normes en évaluant les capacités de jugement de 24 participants avec une DTA légère, et ces normes ont effectivement permis de caractériser le caractère anormal des capacités de jugement de ces participants. Ce test peut donc être utilisé par les neuropsychologues pour évaluer les habiletés de jugement de tout patient adulte dans leur pratique clinique.

La deuxième étude a exploré la présence de biais cognitifs dans la population générale et dans la DTA légère avec les mêmes participants que l'étude 1. Cette étude a montré que les habiletés de raisonnement et de vitesse de traitement permettaient d'expliquer une partie de la variance de la résistance aux biais des participants sans atteinte cognitive et que les participants ayant une DTA légère étaient davantage victimes de biais cognitifs en raison de difficultés de raisonnement et d'inhibition.

Enfin l'étude des variables démographiques a montré que la scolarité était corrélée positivement aux habiletés de jugement et à la résistance aux biais tandis que l'âge était corrélé négativement à ces deux capacités, avec des effets de taille modérée.

En somme, le résultat de nos deux études montrent tout d'abord que le JAT est un test valide et fidèle pour évaluer le jugement et qu'il permet de caractériser le caractère normal ou anormal d'habiletés de jugement grâce à des normes basées sur une régression prenant en compte les effets des variables démographiques. Nos études montrent également que le raisonnement est la fonction clé au jugement et à la prise de décision puisqu'il explique le plus de variance à la fois dans la tâche de jugement et dans la résistance aux biais.

Mots clés : Jugement, prise de décision, biais cognitifs, fonctions exécutives, démence de type Alzheimer.

INTRODUCTION

La littérature comporte une quantité considérable d'écrits sur le jugement et la prise de décision, ainsi que de très nombreux modèles explicatifs de ces processus qui ont été élaborés dans différents domaines. Le jugement correspond au processus de génération et d'évaluation de solutions pour atteindre un but tandis que la prise de décision comprend également la sélection d'une solution et l'initiation de l'action. Tout au long de cette thèse, nous utiliserons ces termes tour à tour. Plus spécifiquement, nous utiliserons le terme de prise de décision lorsque nous aborderons les modèles théoriques car ces derniers ont modélisé l'ensemble du processus de décision et non seulement le jugement. Dans la littérature neuropsychologique, nous utiliserons par contre le mot jugement pour nous conformer au terme employé par les auteurs de cette littérature, même s'il est en réalité souvent demandé aux participants de prendre une décision et non de simplement générer et évaluer des solutions dans les tests employés.

Malgré l'importance du jugement et de la prise de décision, relativement peu d'études les ont examinées sous un angle neuropsychologique. La première conséquence de ce manque de littérature est le fait qu'il n'existe actuellement aucun test neuropsychologique de jugement ou de prise de décision avec des qualités psychométriques acceptables s'adressant à des adultes de tout âge. Les tests publiés ont une faible validité de contenu car ils ont été développés sans tenir compte des modèles théoriques de la prise de décision. Davantage de tests de prise de décision ont été développés dans le domaine de l'aptitude (aptitude à s'occuper de sa personne et à administrer ses biens) et pour la sélection de personnel mais ils ne sont que partiellement adaptés à l'évaluation neuropsychologique. En raison de

l'indisponibilité de tests évaluant le jugement et la prise de décision adaptés aux populations évaluées en neuropsychologie clinique, les neuropsychologues évaluent généralement ces capacités de façon indirecte par des tests évaluant des fonctions cognitives connexes.

Considérant la répercussion d'une atteinte du jugement ou de la prise de décision dans la vie quotidienne, il est regrettable que ces capacités ne soient pas mieux évaluées dans la pratique clinique des neuropsychologues. En effet, les personnes présentant une atteinte de ces fonctions sont susceptibles de prendre des décisions qui iraient à l'encontre de leurs intérêts. De plus, l'évaluation de la prise de décision peut contribuer au diagnostic clinique ainsi qu'à l'évaluation de l'aptitude à prendre soin de sa personne, à administrer ses biens ou à choisir ses soins.

La deuxième conséquence du manque d'une telle littérature en neuropsychologie est que l'on ne dispose que de très peu de données sur les fonctions cognitives sous-jacentes et les corrélats neuronaux de la prise de décision. Les atteintes neurologiques et cognitives entraînant une dysfonction du processus de prise de décision sont donc peu connues des neuropsychologues. Il est donc probable que ces derniers ne soient pas conscients des atteintes potentielles de prise de décision de leurs patients même s'ils identifient des atteintes des fonctions cognitives sous-jacentes à cette fonction chez leurs patients.

CHAPITRE I

CONTEXTE THEORIQUE

1.1. Les modèles théoriques de la prise de décision

En raison de la grande variété de domaines dans lesquels la prise de décision a été étudiée, une diversité de modèles théoriques ont été développés. Il existe toutefois un large consensus sur la théorie du « double processus ». Cette théorie postule qu'il existe deux modes de raisonnement : un processus intuitif, le « Système 1 », et un processus analytique, le « Système 2 » (Epstein, 1994; Evans, 1984, 2003, 2008; Hardman & Macchi, 2003; Stanovich, 1999).

Le Système 1 fonctionne de façon rapide, automatique et inconsciente. Il utilise des heuristiques, soit des règles ou raccourcis mentaux, qui ne prennent en compte qu'une partie des informations et permettent d'accélérer et faciliter la prise de décision (Tversky & Kahneman, 1974). Ce processus de prise de décision serait particulièrement utilisé dans les situations familières ou dans des contextes de pression de temps ou d'ambiguïté (Gigerenzer & Gaissmaier, 2011).

Le Système 2 fonctionne au contraire de façon lente et implique un traitement logique et statistique (Tversky & Kahneman, 1974). Différents modèles ont été développés pour rendre compte des étapes de la prise de décision lors de l'utilisation du Système 2. Un des principaux modèles de prise de décision a divisé ce processus en trois étapes, soit la génération de solutions, l'évaluation des solutions et l'initiation de l'action (Fellows, 2004; Kalis, Mojzisch, Schweizer, & Kaiser, 2008).

Bien que les termes de jugement et de prise de décision soient souvent utilisés de façon interchangeable dans le langage courant, ils doivent pourtant être distingués. Dans la littérature, la prise de décision n'est pas seulement limitée au choix de l'action à effectuer mais englobe plutôt le processus complet de la prise de décision, donc à la fois les étapes de génération et d'évaluation de solutions, ainsi que l'initiation de l'action. Le jugement réfère par contre seulement aux deux premières étapes, la génération et l'évaluation de solutions, et n'implique donc pas le choix ou l'initiation de l'action (Baron, 2007).

1.2. Le Système 1

Le cœur du système 1 est constitué de la mémoire associative où les idées ou concepts sont interreliés. Un stimulus va activer une série d'idées qui à leurs tours vont activer d'autres idées. Ces idées vont également parfois activer des émotions qui peuvent elles aussi influencer nos décisions. Damasio (1994) a ainsi développé l'hypothèse des marqueurs somatiques pour rendre compte de leur utilité. Les marqueurs somatiques sont des sensations viscérales (incluant des perceptions d'émotions) qui ont été associées lors nos expériences passées aux conséquences de certains scénarios ou de certaines décisions. Damasio (1994) explique que ces sensations viscérales mémorisées sont réactivées lorsque nous nous trouvons face à un problème et qu'elles servent à rejeter ou encourager certaines solutions. Les marqueurs somatiques interviendraient donc lors de notre prise de décision avant que nous analysions consciemment les différentes alternatives à un problème. Toutes ces activations surviennent simultanément, ce qui permet une prise de décision rapide (Kahneman, 2011). Lorsque nous prenons une décision par ce système, nous choisissons donc de façon inconsciente une solution dont nous avons jugé les conséquences satisfaisantes dans une situation similaire par le passé (Klaczynski, 2001). C'est ce système qui nous conduit à effectuer des comportements automatisés pour résoudre des problèmes ordinaires dans la vie quotidienne, comme décider de se

lever pour aller chercher un verre d'eau lorsque nous ressentons une sensation de soif. C'est également par ce système que nous prenons des décisions dans des situations de contrainte de temps puisqu'il fonctionne de manière extrêmement rapide. Le psychologue Gary Klein (1999) a étudié les décisions sous pression de temps en analysant la prise de décision des pompiers et équipes médicales aux soins intensifs. Il a mis en lumière que l'expérience permettait à ces experts de prendre des décisions de façon instantanée, donc sans avoir eu le temps d'analyser consciemment la situation et d'avoir évalué et comparé toutes les alternatives possibles. Ces décisions étaient parfois prises sans que la personne ne réalise pourquoi elle agissait ainsi sur le moment. Ce n'est qu'une fois la situation d'urgence résolue que la personne pouvait alors prendre le temps d'analyser consciemment ce qu'il venait de se passer. Elle réalisait alors qu'elle avait perçu des indices associés à un danger et qu'elle avait appliqué la solution apprise pour gérer cette situation. Ces types de décisions, souvent nommées des décisions intuitives, sont donc en fait des interprétations rapides et inconscientes des situations qui activent un réseau d'idées et permettent une prise de décision rapide et efficace (Simon, 1992).

1.3. Le Système 2

Lorsqu'une situation est analysée par le Système 2, les individus génèrent et évaluent différentes solutions pour atteindre un but. Le modèle normatif de référence qui a opérationnalisé ce processus est la « théorie de l'utilité espérée » (« *Expected Utility Theory* »), développé d'après les travaux de Neumann et Morgenstern (1947). Cette théorie, qui s'appuie sur le théorème de Bayes (1763), stipule que lorsqu'on effectue un choix, on génère différentes alternatives puis on traduit leurs conséquences en terme d'utilité. Cette utilité s'évalue en fonction de ce qu'on retire de l'alternative en question suivant notre situation personnelle. Simon (1982) a cependant objecté que ces postulats sont très éloignés de la vie réelle et a développé un modèle descriptif, la théorie de « rationalité limitée » (« *bounded rationality* »). En effet, Simon observait

que dans les décisions réelles, la procédure de recherche s'achève non pas lorsque l'individu trouve la solution optimale au problème, mais plutôt lorsqu'il découvre une solution adaptée à des critères minima de satisfaction. Ainsi, les individus rechercheraient une solution qui serait un compromis satisfaisant pour résoudre leur problème en fonction des contraintes de ressources, de temps, et de leurs propres limites cognitives (Tsoukiàs, 2008). En effet, les limites des capacités de raisonnement, de mémoire de travail, de calcul ou de récupération d'informations en mémoire à long terme ne permettent pas à l'individu de prendre en compte l'ensemble des alternatives possibles pour un problème donné ou d'effectuer tous les calculs nécessaires pour établir quelle serait la solution optimale dans un temps raisonnable (Simon, 1982). On voit par le modèle de Simon que les deux premières étapes de génération et d'évaluation de solutions ne sont pas effectuées séquentiellement de façon rigide. L'évaluation des solutions s'effectue plutôt au fur et à mesure qu'elles sont générées et c'est l'évaluation d'une solution satisfaisante qui va mettre fin au processus de génération.

Kalis et al. (2008) ont proposé un modèle rendant compte de trois principales façons d'acquérir des solutions pour régler un problème. (1) Tout d'abord, dans les situations les plus structurées, les solutions peuvent être directement fournies par la situation elle-même ou par les acteurs de la situation. Par exemple, si un individu est confronté à un problème médical, son médecin pourrait lui proposer deux types de traitement, tel qu'une médication et une intervention chirurgicale. Si l'individu est satisfait de ces solutions, il ne fera pas d'effort pour générer d'autres solutions. (2) La deuxième façon est de récupérer des solutions stockées en mémoire à long terme. Ceci va être le cas pour des situations pour lesquelles on a déjà une certaine expertise, soit grâce à un apprentissage théorique, soit par l'expérience d'avoir déjà vécu et résolu une situation similaire. (3) Enfin, de nouvelles solutions peuvent être générées grâce à des capacités de créativité. C'est cette voie que nous allons utiliser pour générer des solutions dans des situations inédites. Évidemment, ces 3 voies ne sont pas

mutuellement exclusives mais elles interagissent. Lorsque nous sommes confronté à une situation, nous allons le plus souvent à la fois récupérer des solutions connues et en générer de nouvelles (Kalis et al., 2008).

1.4. Les fonctions cognitives sous-jacentes au jugement

Lorsque nous sommes confrontés à une situation, nous utilisons tout d'abord des capacités d'estimation cognitive pour évaluer si la situation va réellement engendrer un problème (Bisbing et al., 2015). Par exemple, nous allons consulter la météo et regarder le ciel afin d'estimer les chances qu'il pleuve avant de sortir de chez nous. Si nous estimons qu'il est probable qu'il pleuve et que nous avons prévu une sortie à l'extérieur, nous allons alors générer des projets alternatifs pour être préparé à cette éventualité.

La génération de solutions implique avant tout des capacités de raisonnement pour bien comprendre la situation (Rabin, Borgos, & Saykin, 2008; Rabin et al., 2009). Elle implique ensuite une intégrité de la mémoire à long terme ainsi que la capacité de récupérer les informations qui y sont stockées pour retrouver des solutions apprises (Kalis et al., 2008). La génération de solutions peut donc être comparée aux tâches de fluidité verbale où différentes informations (plusieurs mots différents), répondant à une même contrainte (même catégorie), doivent être générées par leur récupération en mémoire à long terme (Lezak, Howieson, Bigler, & Daniel, 2012). Enfin la génération de nouvelles solutions implique des capacités de créativité (Kalis et al., 2008). La créativité est identifiée en tant que capacité de raisonnement divergent ou flexibilité divergente dans la littérature et est étudiée par des tests mesurant la capacité à générer des alternatives. Le test le plus connu est le « *Alternative Uses Task* » élaboré par Guilford (1967) qui demande aux participants de générer le plus d'utilisation possibles d'objets connus autres que leur utilisation ordinaire. Des études ont montré que cette tâche requiert des habiletés de

raisonnement, de fluidité, et de créativité (Silvia, 2008; Vartanian, Martindale, & Kwiatkowski, 2003). La génération de solutions peut donc être comparée à ces tâches de créativité mais elle doit également en être différenciée car la génération de solutions requiert en plus de générer des alternatives qui vont résoudre un problème de façon efficace tout en respectant plusieurs contraintes (ex : limites de temps, règles sociales). La génération de solution implique donc un traitement de plus haut niveau que les simples tâches de génération d'alternatives d'utilisation d'objets (Kalis et al., 2008). Enfin, la génération de solutions implique également des capacités d'inhibition pour inhiber l'exécution impulsive de la première solution qui nous viendrait en tête et qui interromprait cette étape de génération (Rabin et al., 2007).

L'étape d'évaluation des solutions s'effectue par l'attribution d'une valeur à la solution en fonction des avantages et inconvénients qu'elle peut potentiellement susciter. Ce sont les capacités de raisonnement déductif qui vont nous permettre d'identifier ces conséquences positives et négatives (Channon & Crawford, 1999; Kalis et al., 2008; Rabin et al., 2007). Il va également être important d'évaluer le degré d'incertitude de ces avantages et inconvénients car il n'est pas certain que toutes les conséquences possibles de ces solutions se réalisent réellement. Le degré d'incertitude de ces avantages et inconvénients va moduler la valeur attribuée à la solution. (Bisbing et al., 2015; Harris, Corner, & Hahn, 2009). Des auteurs soutiennent que l'évaluation de solutions dépend également des habiletés numériques car certaines comparaisons d'alternatives impliquent d'effectuer des comparaisons quantitatives de certaines variables (Hibbard, Peters, Dixon, & Tusler, 2007; Schwartz, Woloshin, Black, & Welch, 1997). Ceci est surtout le cas pour les décisions complexes telles qu'une décision médicale où la personne doit comparer les risques de différents traitements ou une décision financière où l'individu comparerait différents fonds commun de placement.

Le raisonnement est donc une fonction essentielle au jugement car elle est fortement sollicitée à la fois dans la génération et l'évaluation des solutions. La mémoire de travail, essentielle pour supporter la manipulation mentale d'informations (Fletcher, Marks, & Hine, 2011), sera donc elle aussi impliquée tout au long du processus de jugement.

1.5. Les biais

Les biais cognitifs sont des schémas de pensée erronés qui entraînent une déviation systématique par rapport à une pensée rationnelle. Les biais ont pour origine des limites cognitives dans l'encodage, la sélection, et le traitement de l'information (Baron, 2007) ou un raisonnement de type intuitif et impulsif (Frederick, 2005). De par son type de traitement rapide, intuitif et qui n'utilise qu'une partie des informations pour prendre des décisions grâce aux heuristiques, le Système 1 est particulièrement sujet aux biais cognitifs (Kahneman, 2011).

De nombreux biais ont été étudiés dans la littérature. Baron (2007) a tenté de classifier les sources de ces biais en catégories et a identifié comme principales causes les erreurs d'attention, les erreurs basées sur les corrélations entre des événements, les croyances et les distorsions d'attributs quantitatifs. Un exemple de biais attentionnel est d'accorder plus de poids à une donnée si elle a été impliquée dans un événement récent. Ainsi, si des accidents d'avions sont davantage médiatisés durant une période, nous allons leur accorder plus d'attention et donc plus d'importance. Certaines personnes anxieuses pourraient choisir d'utiliser plutôt leur voiture pour voyager alors que les probabilités d'accidents sont plus élevées par ce moyen de transport. Ce biais est causé par l'heuristique de disponibilité qui utilise les informations les plus facilement accessibles, donc ayant été activées récemment, pour traiter l'information (Kahneman, 2011), un phénomène comparable à l'effet d'amorçage étudié en neuropsychologie (Schacter & Buckner, 1998; Tulving &

Schacter, 1990). Des exemples de biais reliés aux corrélations sont par exemple de penser que deux événements qui surviennent en même temps sont corrélés l'un à l'autre, qu'une relation de corrélation implique forcément une relation de causalité ou que l'on peut prédire l'occurrence d'événements aléatoires en se basant sur leur occurrence passée. Enfin, un exemple de distorsion d'attribut quantitatif est de percevoir comme plus importante la différence entre 10\$ et 20\$ que la différence entre 1010\$ et 1020\$ (Baron, 2007).

Une personne pourrait donc parvenir à prendre des décisions rationnelles et choisir la meilleure alternative possible lorsqu'elle traite une situation avec le système 2, mais avoir un type de raisonnement intuitif qui la rendrait victime de biais cognitifs et entraînerait des décisions irrationnelles. Klaczynski and Robinson (2000) ont d'ailleurs montré une augmentation des biais parallèlement à une augmentation de l'utilisation d'heuristiques par le Système 1 avec l'âge.

1.6. Substrat neuroanatomique du jugement

Malgré son importance, il n'existe que très peu de littérature sur les corrélats neuronaux de la génération d'options car cette étape, bien qu'essentielle dans la vie réelle où les situations ne sont généralement pas structurées, correspond peu aux situations de laboratoire où les situations sont très encadrées (Fellows, 2004). À notre connaissance, une seule étude a pris la peine d'investiguer les bases neuronales de la génération de solutions à des problèmes de la vie quotidienne. Cette étude a été menée par Kaiser et al. (2013) qui ont effectué une étude d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle en utilisant une tâche où les participants devaient générer des solutions à des scénarios de la vie quotidienne dans un temps relativement court (8 secondes par scénario). Les résultats ont démontré une activation du cortex préfrontal antérieur lors de cette tâche, une région également impliquée dans la récupération d'informations en mémoire à long terme (Gilbert et al., 2006). Les

tâches de fluence verbale, qui comportent des caractéristiques communes à la génération de solution, ont été associées à des activations du cortex dorsolatéral frontal (Schlosser et al., 1998). Les résultats d'études ayant utilisé les tâches de créativité sont inconsistants et parfois contradictoires (Dietrich, 2004; Fink et al., 2009; Jung et al., 2010). Dietrich et Kanso (2010) ont mené une revue de littérature sur les résultats de neuroimagerie et d'électroencéphalographie d'études sur la créativité et ont conclu que cette fonction ne semblait pas dépendre d'un seul processus mental ou d'une seule région cérébrale et qu'elle devrait être divisée en différents sous-types pour qu'il soit possible de les associer à des processus neurocognitifs spécifiques.

L'évaluation des solutions est l'étape qui a été la plus étudiée. De façon typique, les tâches utilisées pour analyser l'évaluation d'options consistent en des jeux de cartes dans lesquels les participants doivent sélectionner des cartes une par une dans différents paquets qui peuvent leur faire perdre ou gagner de l'argent, la tâche la plus utilisée étant le « *Iowa Gambling Task* » (Bechara, Damasio, Damasio, & Anderson, 1994). La fréquence et l'importance des pertes et des gains varient entre les paquets, certains étant considérés plus « risqués » (les gains et les pertes sont plus élevés) que d'autres. Ce type de tâche a l'avantage d'utiliser un stimulus, l'argent, qui est évalué positivement par la quasi totalité des individus et dont la valeur peut se quantifier facilement (Knutson & Peterson, 2005), ce qui explique leur popularité dans la littérature. Des études ont montré une activation du thalamus et du striatum dorsal lors de l'anticipation de gains ou de pertes (Knutson & Peterson, 2005). Une activation spécifique du striatum ventral a également été mise en évidence lors de l'anticipation de gains, la magnitude de l'activation étant proportionnelle à la quantité de gains attendus (Knutson, Adams, Fong, & Hommer, 2001; Knutson & Peterson, 2005; Yacubian et al., 2006). Enfin, l'évaluation de la probabilité a été associé à l'activation du cortex pariétal (Ernst et al., 2004; Platt & Glimcher, 1999). Ces types de tâches ont été utilisées dans de nombreuses études avec des populations cliniques,

principalement les schizophrènes, mais également avec des patients ayant diverses addictions (Gonzalez, Schuster, Mermelstein, & Diviak, 2015; Sevy et al., 2007; Shurman, Horan, & Nuechterlein, 2005; Trotzke, Starcke, Pedersen, Muller, & Brand, 2015). Malgré toutes ces études, notre compréhension de l'évaluation de solutions dans la vie réelle est par contre très pauvre étant donné que ce type de tâche très structurée, où il est demandé d'évaluer des options très semblables sur des critères très restreints, est très éloignée du type d'évaluation d'options que l'on effectue dans la vie quotidienne.

1.7. Quand évaluer le jugement

L'évaluation du jugement est pertinente dans le cadre de toute évaluation où l'on souhaite vérifier l'intégrité des fonctions exécutives. De plus, le fait que le jugement soit une fonction cognitive très complexe qui repose à la fois sur le système exécutif et le système mnésique la rend particulièrement sensible à une atteinte cognitive et donc particulièrement adaptée dans les cas d'évaluations d'atteintes cognitives discrètes.

De façon plus spécifique, il est particulièrement important d'évaluer le jugement dans tout trouble neurologique qui peut potentiellement avoir un effet délétère sur les fonctions exécutives ou la mémoire à long terme, qu'il soit développemental, acquis ou dégénératif. À titre d'exemple, on peut citer les pathologies telles que les traumatismes crâniens (Spitz, Maller, O'Sullivan, & Ponsford, 2013), la schizophrénie (Fucetola et al., 2000), ou les accidents vasculaires cérébraux, particulièrement en cas de lésion dans une région antérieure (Martinaud et al., 2009).

Dans le cas des maladies neurodégénératives, l'évaluation du jugement devrait faire partie du protocole standard de l'évaluation neuropsychologique étant donné la proportion élevée de patients souffrant de ce type de pathologie qui peut entraîner une atteinte exécutive ou une atteinte de la mémoire à long terme. C'est le cas des

démences fronto-temporales, des démences de type Alzheimer, des démences vasculaires, des démences sémantiques, des démences à corps de Lewy, des démences associées à la maladie de Parkinson ainsi que des paralysies supranucléaire progressives (Duke & Kaszniak, 2000; Hodges, Patterson, Oxbury, & Funnell, 1992; Johns et al., 2009; Perry & Hodges, 1999).

Le fait que les tests de jugement représentent une manière particulièrement sensible d'évaluer la cognition s'avère utile dans le cas du trouble cognitif léger (TCL) puisqu'ils pourraient permettre de détecter plus rapidement une maladie neurodégénérative telle que la maladie d'Alzheimer. En effet, Rabin et al. (2006) ont mis en évidence des atteintes exécutives chez les TCL amnésiques rapportées à la fois par les patients et par leurs proches dans des questionnaires évaluant ces habiletés dans la vie quotidienne. Ces atteintes rapportées n'avaient par contre pas été décelées par les tests de fonctions exécutives utilisées classiquement en neuropsychologie. On peut penser qu'une altération du jugement pourrait être mise en évidence chez cette population puisque l'implication et l'interaction des différentes fonctions exécutives qui lui sont sous-jacentes la rendent à risque d'être atteinte plus rapidement.

Enfin, l'évaluation du jugement est également utile pour l'évaluation de l'aptitude. En effet, il est régulièrement demandé aux neuropsychologues de participer avec les médecins et les travailleurs sociaux à l'évaluation multidisciplinaire de l'aptitude. Le neuropsychologue doit participer à l'évaluation de la composante fonctionnelle de l'aptitude, donc évaluer la capacité de la personne à exercer son jugement et à prendre des décisions personnelles en lien avec sa réalité. Le neuropsychologue doit également évaluer la composante causale de l'inaptitude, donc lier l'incapacité à prendre des décisions éclairées à des atteintes cognitives. La capacité à prendre une décision éclairée est au cœur de l'évaluation de l'aptitude puisque c'est une capacité cognitive qui doit être évaluée pour chacune des trois types d'aptitudes, soit l'aptitude

à s'occuper de sa personne, à administrer ses biens ou à consentir à un soin (Grisso, 2003).

1.8. Recension des tests

Il n'existe que cinq tests neuropsychologiques publiés dans la littérature pour évaluer le jugement. Ces tests utilisent généralement la méthode des scénarios hypothétiques qui consiste à présenter une situation problématique au participant et à lui demander la décision qu'il prendrait dans une telle situation. Ces cinq tests sont le questionnaire de jugement du « *Neurobehavioral Cognitive Status Exam* » (NCSE-JQ; Kiernan, Mueller, Langston, & Van Dyke, 1987), le sous-test « *Problem Solving* » du « *Independent Living Scales* » (ILS-PS; Loeb, 1996), le « *Judgment/Daily Living test* » tiré du « *Neuropsychological Assessment Battery* » (NAB-JDG; Stern & White, 2003), le « *Test of Practical Judgment* » (TOP-J; Rabin et al., 2007) et le « *Kitchen Picture Test* » (KPT; Mansbach, MacDougall, Clark, & Mace, 2014).

Les faiblesses de ces tests sont nombreuses. Tout d'abord la cohérence interne du NCSE-JQ (.04 and .46) et du NAB-JDG (.45) sont inférieures au seuil accepté de .60 (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2010). Bien que les alpha rapportés pour le TOP-J (.63) et le KPT (.92) soient meilleurs, ils ont été obtenus en combinant les résultats de plusieurs populations différentes, ce qui augmente artificiellement la valeur alpha (Waller, 2008). L'alpha du ILS-PS n'a pour sa part pas été publié. Ensuite, trois de ces tests ont un problème de validité de contenu (NCSE-JQ, NAB-JDG et ILS-PS), les questions étant des questions de connaissances et de non de jugement (Woods, Patterson, & Whitehouse, 2000), telles que des questions portant sur des règles de sécurité élémentaire ou sur l'hygiène. Également, le niveau de difficulté de ces tests est trop faible et n'est pas adaptée aux personnes sans démence. Un effet plafond a été trouvé lorsque ces tests ont été utilisés avec des adultes sans atteinte cognitive (Rabin et al., 2007). De plus, bien que le TOP-J ait les meilleures qualités

psychométriques des tests publiés, l'approche employée pour mesurer le jugement est unidimensionnelle. En cas de résultat déficitaire au TOP-J, le clinicien n'a qu'un résultat global et doit inférer quelles composantes du jugement sont atteintes et quelles variables ont pu influencer la décision du participant, ce qui est très délicat voire impossible à faire lorsqu'il n'a accès qu'à la conclusion de son processus de jugement.

On trouve d'autres tests évaluant le jugement et la prise de décision dans la littérature sur l'aptitude (Grisso, 2003). Ces tests ont été spécifiquement conçus pour permettre au clinicien de statuer sur l'aptitude à prendre soin de sa personne, à gérer ses biens ou à consentir à un soin. Appelbaum et Grisso (1988) ont défini 4 standards légaux pour mesurer la prise de décision dans l'évaluation de l'aptitude : l'habileté à comprendre les informations pertinentes, l'habileté à manipuler l'information de façon rationnelle, l'habileté à apprécier la situation et ses conséquences probables et l'habileté à communiquer ses choix. Leur modèle partage donc des concepts communs avec les modèles publiés dans le domaine de la prise de décision. Leur article fait autorité et la grande majorité des tests conçus pour l'évaluation de l'aptitude ont été développés en référant à ces concepts. Les instruments utilisés dans le domaine de l'aptitude prennent la forme de questionnaires, de tests évaluant les habiletés fonctionnelles, ou d'entrevues structurées et de scénarios hypothétiques avec des questions ciblant les quatre habiletés de prise de décision définies par Appelbaum et Grisso (1988). L'approche multidimensionnelle employée rend ces tests intéressants mais plusieurs d'entre eux ne possèdent pas de bonnes qualités psychométriques. De plus, il n'est pas fourni de base normative formelle pour la majorité des tests. Enfin, étant donné qu'ils ont été développés pour l'évaluation de l'aptitude, donc pour une population ayant typiquement des troubles cognitifs de degré au moins modérés, ils sont généralement d'un niveau de difficulté trop faible pour les patients non déments.

La dernière catégorie de tests situationnels évaluant le jugement correspond aux tests conçus pour la sélection du personnel et ces derniers sont donc utilisés en psychologie industrielle organisationnelle et très peu en neuropsychologie. Le premier test de ce type qui a été conçu, et un des plus connus, est le test de jugement pratique de Cardall (1942) qui comporte de nombreuses questions de connaissances, de nombreuses questions de situations quotidiennes sociales et professionnelles, plusieurs questions évaluant l'empathie, et encore une fois peu de questions impliquant du jugement de haut niveau. La plupart des autres tests utilisent des scénarios professionnels pour leur mise en situation et non des problèmes de la vie quotidienne. De plus, ces tests ne demandent pas à la personne de formuler une réponse mais de choisir une solution parmi celles proposées, ce qui limite les interprétations du neuropsychologue qui ne peut pas évaluer la génération de solutions. Enfin, il n'existe quasiment pas de recherches utilisant ces tests sur des populations cliniques tels les patients atteints d'une maladie neurodégénérative ou d'un trouble psychiatrique (McDaniel, Finnegan, Morgeson, Campion, & Braverman, 2001; McDaniel, Hartman, Whetzel, & Grubb Iii, 2007).

1.9. Le besoin d'un nouveau test de jugement

Les neuropsychologues n'ont donc pas accès à des tests de jugement comportant des qualités psychométriques acceptables. Rabin et al. (2008) ont effectué un sondage auprès des neuropsychologues américains concernant leur pratique d'évaluation du jugement. La proportion de neuropsychologues ayant répondu qu'ils évaluaient toujours ou souvent le jugement était très haute, soit 88% pour les évaluations de patients ayant eu un TCC, 87% pour les évaluations de patients ayant une démence, 69% pour les évaluations des adultes ayant un trouble psychiatrique et 70% pour les évaluations d'autres types de problématique. Au sujet des tests neuropsychologiques utilisés pour l'évaluation du jugement, les tests les plus populaires n'étaient pas des tests ayant été développés pour mesurer le jugement mais plutôt des fonctions

connexes telles que la flexibilité cognitive ou l'abstraction verbale. Ainsi les trois tests cités le plus souvent étaient le sous-test « Compréhension » du Wechsler Adult Intelligence Scale-III (Wechsler, 1997) avec 39% des répondants, le Wisconsin Card Sorting Test (Heaton, Chelune, Talley, Kay, & Curtiss, 1993) avec 35% des répondants, et le sous-test « Similitudes » du WAIS-III avec 19% des répondants. On peut supposer que le délaissement des tests de jugement par les neuropsychologues est probablement dû à leurs défauts relevés plus haut. Les trois tests de jugement utilisés par une certaine proportion des neuropsychologues étaient le NCSE-JQ (Drane & Osato, 1997) avec 15% des répondants, l'ILS-PS (Loeb, 1996) avec 12% des répondants, et le sous-test « Jugement » du NAB-JDG (Stern & White, 2003) avec 6% des répondants. Avec l'utilisation de ces tests, 61% des neuropsychologues ont répondu qu'ils n'étaient que légèrement confiants de leur habileté à évaluer le jugement et 87% ont indiqué un besoin pour des mesures de jugements améliorées ou additionnelles. Depuis l'année de ce sondage, 2008, aucun test avec des qualités psychométriques satisfaisantes n'a été publié.

1.10. Objectifs des études

La première étude visait à construire et valider un nouvel instrument de mesure du jugement et à développer des normes pour les adultes de tout âge. Cet objectif a été réalisé en deux étapes. Nous avons tout d'abord construit une version préliminaire du test que nous avons soumis à 14 experts (neuropsychologues d'expérience) pour qu'ils en évaluent la validité de contenu. Cette version préliminaire a été améliorée suite aux commentaires des experts puis a été passée à 30 participants pour nous permettre d'effectuer une analyse d'items et de sélectionner les meilleurs items pour la version finale. La deuxième étape consistait à valider la version finale du test auprès de 120 participants sans atteinte cognitive et de 24 participants ayant une DTA légère. Nous avons évalué les qualités psychométriques du test, soit sa cohérence interne, sa validité convergente et discriminante grâce à une batterie de tests

neuropsychologiques, l'accord inter-juges et la fidélité test-retest à quatre mois d'intervalle. Nous avons également investigué l'effet des variables démographiques principales, soit le sexe, l'âge et la scolarité. Suite à l'exploration des effets de ces variables démographiques, nous avons établi des normes basées sur une régression en incluant ces variables, cette méthode donnant des normes plus précises que les méthodes traditionnelles.

L'objectif de l'étude 2 était de mieux comprendre les biais cognitifs qui peuvent interférer avec la prise de décision. Nous avons créé cinq biais cognitifs et avons analysé leurs corrélats cognitifs, mesuré l'effet du type de traitement préférentiel, et exploré l'effet des variables démographiques ainsi que l'effet d'atteintes cognitives. Nous avons utilisé les mêmes participants que dans la première étude.

CHAPITRE II

ARTICLE 1. EVALUATING JUDGMENT: DEVELOPMENT, VALIDATION AND REGRESSION-BASED NORMATIVE DATA OF THE JUDGMENT ASSESSMENT TOOL (JAT)

Title: Evaluating judgment in adults: development, validation and regression-based normative data of the Judgment Assessment Tool (JAT)

Authors: Frédérique Escudier¹, Edith Léveillé¹, Jessica Cole¹, Simon Charbonneau², Carol Hudon^{3,4}, Valérie Bédirian⁵, Peter Scherzer¹

1. Département de psychologie, Université de Montréal, Montréal, Qc, Canada.
2. Centre hospitalier de l'Université de Montréal, Hôpital Notre-Dame, Montréal, Qc, Canada.
3. Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec, Qc, Canada
4. École de Psychologie, Université Laval, Québec, Qc, Canada
5. Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Nord-de-l'Île-de-Montréal, Montréal, Qc, Canada.

Corresponding author: Frédérique Escudier, M.Ps. Email :
frederique.escudier@gmail.com

Word count abstract: 239

Word count manuscript text: 5438

2.1. ABSTRACT

Objective: This study presents the development and validation of the Judgment Assessment Tool (JAT) based on theoretical models of judgment and decision-making. It has two components: generation of solutions and assessment of options.

Method: A preliminary version of the JAT was submitted to 14 experts (experienced neuropsychologists). Based on their evaluation, a modified version was created and tested on 30 participants. Afterwards, the final version was elaborated and tested in a sample of 120 cognitively intact participants aged from 20 to 84 years, and 24 participants with mild Alzheimer's disease (AD).

Results: The internal consistency of the final version of the JAT was .71 for the healthy group and .85 for the AD group. The JAT was correlated with abstract reasoning, verbal fluency, and working memory. Results revealed adequate test-retest reliability and excellent interrater reliability. Results also revealed a moderate negative age effect and a moderate positive education effect. Demographically adjusted normative data were then generated, based on a regression analysis. These normative data give us an objective basis for distinguishing between normal and abnormal performance on a test of judgment.

Conclusion: Overall, these results indicate that the JAT is a effective tool to assess judgment. It has good psychometric properties and the ability to discriminate patients with mild AD from healthy adults. It is therefore a good alternative for clinicians who want to evaluate judgment in a valid and reliable way in young as well as elderly adults.

Key words: Decision making, Executive function, Cognition, Neuropsychology, Neuropsychological Tests, Alzheimer disease, Dementia

2.2. INTRODUCTION

Judgment and decision-making are related constructs. Decision making refers to a sequential process consisting of several stages, the number of which differs according to the number of divisions attributed to the process taken into account. Beyth-Marom, Austin, Fischhoff, Palmgren, and Jacobs-Quadrel (1993) described five steps: (1) identify options; (2) identify the possible consequences of each option; (3) evaluate the desirability of each consequence; (4) estimate the likelihood of each consequence; and (5) combine these steps to identify the option with the greatest subjective utility. In contrast, Kalis, Mojzisch, Schweizer, and Kaiser (2008) added action initiation to the decision-making process, but condensed the steps into three stages: (1) option generation; (2) assessment of options (option selection); (3) action initiation. The first two stages, option generation and option selection, correspond to judgment (Baron, 2007). Judgment can be defined as the process of evaluation of the desirability of one or more options to attain a goal. In neuropsychology, judgment is considered to be a high-order executive function typically impaired in patients with lesions in the prefrontal cortex (Lezak, Howieson, Bigler, & Daniel, 2012).

Kalis et al. (2008) proposed a framework of three main pathways to generate options. In constrained situations, options can be provided by the situation itself or by someone else (e.g. a physician offering two treatment options to a patient). In situations where the decision-maker has a certain level of expertise (e.g. theoretical knowledge or practical experience with a similar situation), options can be retrieved from long-term memory. Finally, new options can be generated in unforeseen situations. Option generation requires reasoning and working memory to understand the situation and find solutions, verbal fluency to express idea, flexibility in order to consider several options, autobiographic memory to retrieve relevant experiences, semantic memory to use relevant knowledge, and creativity to generate novel options (Baron, 2007; Rabin et al., 2007; Rabin et al., 2009).

In the option assessment stage, weightings are attributed to options according to their expected value, risk, and uncertainty (Baron, 2007; Connolly, Arkes, & Hammond, 1999; Goldstein & Hogarth, 1997). The most well-known model explaining this assessment process is the “Expected Utility Theory”, developed by von Neumann and Morgenstern (1947). This theory postulates that each option is evaluated by weighting the utility of its consequences, and a rational choice would be the option that has the highest expected utility. However, in real word reasoning cannot be optimal due to different constraints such as time available to make the decision or the cognitive skills of the decision maker (Simon, 1957). The option assessment stage requires essentially reasoning and working memory in order to deduce logical consequences of the options, but also estimating the uncertainty of these consequences (Harris, Corner, & Hahn, 2009; Kalis et al., 2008).

Despite the importance of judgment in everyday life and the potential consequences of its impairment, few clinical tests are available to measure this ability. Typically, judgment is evaluated by presenting a hypothetical scenario to the patient and asking him/her what he/she would do in that situation. In a review of the literature, we identified only five standardized judgment tests for adults: (1) the Judgment Questionnaire subtest of the Neurobehavioral Cognitive Status Exam (NCSE-JQ; Kiernan, Mueller, Langston, & Van Dyke, 1987), (2) the Problem Solving Subscale of the Independent Living Scales (ILS-PS; Loeb, 1996), (3) the Judgment subtest of the Neuropsychological Assessment Battery (NAB-JDG; Stern & White, 2003), (4) The Test of Practical Judgment (TOP-J; Rabin et al., 2007) and (5) The Kitchen Picture Test (KPT; Mansbach, MacDougall, Clark, & Mace, 2014).

Several criticisms of these judgement measures can be made. First, several of these tests have a low internal consistency. Cronbach’s alpha was .45 for older adults on the NAB-JDG (White & Stern, 2003) and .04 and .46 for healthy older adults and AD patients on the NCSE-JQ, respectively (Woods, Patterson, & Whitehouse, 2000). The

alpha coefficients of the other tests (.63 for the TOP-J and .92 for the KPT) were above the accepted threshold score of .60 (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2010), but they were obtained on mixed samples, which is a potential source of bias that inflates the alpha (Waller, 2008). The alpha coefficient of the ILS-PS was not available as only the global alpha for the ILS was published.

Second, content validity of these tests is problematic. Questions often refer only to basic knowledge (e.g. “Why should you bathe regularly?” [NAB-JDG] or “Tell me two reasons why it’s important to pay your bills” [ILS-PS]) or more specific knowledge (e.g. “What would you do if you came home and found that a broken pipe was flooding the kitchen?” [NCSE-JQ]) and therefore, do not require the patient to go through a true judgment process (Rabin et al., 2007; Woods et al., 2000). The TOP-J uses situations requiring higher-level judgment skills (e.g. “You are vacationing far from home and realize you don’t have enough blood pressure pills for the entire trip. What would you do?”). However, the format is still problematic as asking for a single solution per problem is not an evaluation of the process of judgment, namely generation and assessment of several options. The KPT is structured in a different way. The patient is presented with an illustration of a kitchen scene and asked to identify the problems, rank them in terms of their degree of dangerousness and provide solutions. These three questions allow the clinician to analyze in more details the patient’s judgment abilities. However, this test focuses only on basic safety problems. It seems reasonable to postulate that a patient may be able to solve these problems while being incapable of generating solutions to more complex situations such as financial problems.

Finally, three of these tests (ILS-PS, TOP-J, and KPT) were designed for older adults and normative data are only available for this age group. There are only two tests that can be used with young adults (NCSE-JQ and NAB-JDG) and both have a low internal consistency. This limited choice is surprising considering that executive

impairment can result from conditions that also affect young adults such as traumatic brain injury or schizophrenia (Fucetola et al., 2000; Spitz, Maller, O'Sullivan, & Ponsford, 2013).

Others tools have been developed to measure constructs related to judgment such as problem-solving tests, situational judgment tests or decision-making tests. However, these tests are of little practical use for clinical neuropsychologists. Most of problem-solving or decision-making tests were developed for research purposes and there is little information available concerning their normative data, validity, and reliability (Channon & Crawford, 1999; Cornelius & Caspi, 1987; Del Missier, Visentini, & Mäntylä, 2014; Denney & Pearce, 1989; Kaiser et al., 2013). Decision-making tests developed for the evaluation of competency are noteworthy because theoretical models of decision-making and judgment share similarities. However, these tests were specifically designed for patients with mild to moderate dementia, so they would not be appropriate for adults with more subtle impairments and normative data are not available for most of these tests (Grisso, 2003). Finally, situational judgment tests are designed to assess judgment specifically in work-related situations, which limits their external validity.

In a survey of American neuropsychologists published in 2008, 90% of respondents indicated the need for additional or improved standardized tests of judgment (Rabin, Borgos, & Saykin, 2008). Unfortunately, this is still the case today as there is no judgment test with acceptable psychometric properties and normative data for both younger and older adults.

This study was designed to offer a new and theory-based test of judgment, that is the Judgment Assessment Tool (JAT), with adequate psychometric properties. We evaluated the effect of demographic variables, developed regression-based normative data based on healthy controls (HC) aged from 20 to 84 years old, examined its

psychometric properties, and verified the criterion-related validity of the test with a group of patients with mild AD.

2.3. STUDY 1: TEST DEVELOPMENT

The tests development was divided into two phases. Phase 1 consisted of the evaluation of the test instrument by 14 experienced neuropsychologists and Phase 2 consisted of the psychometric evaluation of the items and included 30 participants.

METHOD

Participants

Phase 1- Experts' Evaluation

The experts were 14 experienced neuropsychologists selected based on their years of experience (5 to 30 years) and their area of practice in order to represent the three main areas of practice in adult neuropsychology (neurology, psychiatry and geriatrics).

Phase 2- Psychometric Evaluation of Items

A group of 30 healthy individuals were recruited for phase 2 of the first study via word of mouth and flyers posted in public spaces. Exclusion criteria included a history of developmental learning disability, substance abuse, head injury, psychiatric illness, or a neurological condition, as ascertained using a standardized semi-structured interview. Age of participants ranged from 25 to 81, with a mean age of 50.6 ($SD = 19.4$). The number of years of education ranged from 9 to 21, with a mean of 14.9 years ($SD = 3.1$). The proportion of men/women was 40%/60%. The study was approved by the scientific and ethical committee of the Faculty of Human Sciences, *Université du Québec à Montréal*.

Material

The Judgment Assessment Tool

The JAT contains two sections: generation of solutions (G) and assessment of options (A). The first author created the questions and instructions of the first version of the test following a review of the literature and based on clinical experience. All instructions and items are read to the participants by the examiner and visually presented to them.

Generation of solutions

In this section, participants are presented with everyday problems (eg. "Susan is renting an apartment and she finds that the music from the adjoining apartment is bothering her.") and asked to generate as many different solutions as possible with a time limit of 120 seconds per problem. In order to ensure that participants do not limit themselves to solutions related to their personal situation, we chose to use different character names in the scenarios. Scoring criteria were developed by FE, EL and JC by collecting the responses of all of the participants, selecting the relevant responses and regrouping the solutions into categories. All acceptable solutions were then listed, with the goal of allowing the examiner to verify the plausibility of the answers and facilitate the correction. Each correct answer was scored 1 point.

Assessment of options

In this section, participants are presented with everyday dilemmas and asked to list advantages or disadvantages of options (eg. "Mark's employer has allowed him to choose between working at home and working in the office. What are the disadvantages of working at home?"). Participants have no time limit for this section. The scoring criteria were elaborated using the same methodology used for the generation of solutions section. Each appropriate advantage or inconvenience identified in the list of possible answers was scored 1 point.

Procedure

Phase 1- Experts' Evaluation

The first version of the JAT consisted of nine questions in each section and was submitted to 14 experienced neuropsychologists. The neuropsychologists were selected based on their years of experience (5 to 30 years) and their area of practice in order to represent the three main areas of practice in adult neuropsychology (neurology, psychiatry, and geriatrics). They were asked to evaluate the relevance of each item using a four-point Likert scale (1 = Not at all relevant, 2 = Of little relevance, 3 = Relevant, 4 = Very relevant) and the content validity of each section using a ten-point scale. They were also asked to make any comments that they deemed pertinent concerning any item or instruction.

Phase 2- Psychometric Evaluation of Items

The revised version based on the evaluation of the experts was administered individually to 30 participants. Each participant provided written informed consent before study participation.

Statistical Analysis

All statistical analyses presented in the current article were conducted using IBM SPSS Statistics for Macintosh, Version 20.0. (IBM Corp., 2011). For Phase 1, only means and standard deviations of experts' evaluations for the relevance of each item and the content validity of each section were computed. For Phase 2, internal consistency reliability was assessed by item-total correlations and Cronbach's alpha.

Results and Discussion

Phase 1- Experts' Evaluation

All items that received a mean score less than 3.00, indicating that the item was either not at all relevant, or of little relevance, were excluded. Among the remaining items, we selected those that received the highest rating from the neuropsychologists and excluded those whose theme was too similar to another item already selected. Based on that selection, the JAT was reduced from 18 to 12 items ($G = 6$, $A = 6$). In addition, changes were made in the wording of some questions and instructions based on the comments of the experts. Their evaluation of the content validity on the ten-point scale revealed a good content validity for both sections (A : $M = 8.29$, $SD = 1.00$; G : $M = 8.86$, $SD = 0.86$).

Phase 2- Psychometric Evaluation of Items

We explored item-total correlations and excluded items whose correlation was below the accepted cut-off of .30 (de Vaus, 2002) as well as ambiguous items. Cronbach Alpha's was promising (.81) although reduction of the number of items for the final version will likely reduce this value (Sijtsma, 2009). The final version of the JAT was constructed with the three best items for the G section and the four best items for the A section based on these two criteria (item-total correlations were all superior to .50 and no ambiguous item was included). Scoring criteria were adjusted adding a maximum of points per item (6 points for the G section and 4 points for the A section). Further changes were made at this stage, in the wording of some questions or instructions to improve comprehension.

2.4. STUDY 2: EXPERIMENTAL STUDY

METHOD

Participants

One hundred and thirty-one healthy participants were recruited by word of mouth and flyers posted in public areas for this study. Exclusion criteria were the same as Phase

2 described above. Participants 60 years of age and older completed a neuropsychological evaluation. Only those with a score of 26 and above on the Montreal Cognitive Assessment (MoCA; Nasreddine et al., 2005) were included. Based on this criterion, 11 participants were excluded. As a consequence, the data from 120 HC participants were used in the analyses of the results on the JAT. The demographic characteristics of these participants are presented in Table 1. For illustration purposes, the data are stratified according to age and education. Table 2 shows the demographic characteristics and the MoCA score of the 63 older participants who underwent neuropsychological evaluation.

[INSERT TABLE 1 HERE]

[INSERT TABLE 2 HERE]

Participants with mild (AD) were referred by neurologists, geriatricians, or general practitioners. The diagnosis of probable mild AD was made by the attending physician and confirmed by the research team based on medical, clinical and neuropsychological data on the basis of the criteria of the National Institute of Aging and the Alzheimer's Association (McKhann et al., 2011). Demographics and clinical characteristics of AD participants are presented in Table 2.

Procedure

All participants were tested individually. A neuropsychological test battery (see the detailed list in the material section) was administered and scored by a trained psychometrician in accordance with standardized procedures. The sequence of the tests was fixed between the participants except for the two judgment tests (JAT and TOP-J), which was counterbalanced. All participants provided written informed consent before study participation.

Material

We used the final version of the JAT described at the end of the first study. The administration and scoring of the test took approximately 10 minutes. Depression was screened for during the pre-test interview and using the 4-item version of the Geriatric Depression Scale using a cut-off 1/2 (GDS-4; Van Marwijk, Wallace, de Bock, Hernans, & Mulder, 1995). Cognitive functioning was screened with the MoCA (Nasreddine et al., 2005), using the cut-off of 26 recommended by the authors. A battery of standardized clinical tests was used to assess executive functioning (judgment, inhibition, flexibility, verbal fluency, cognitive estimation), reasoning, episodic memory, working memory, and attention. The following tests were administered: the TOP-J (Rabin et al., 2007), the subtest Color-Word Interference Test of the Delis-Kaplan Executive Function Battery (D-KEFS; Delis & Kaplan, 2001), letter (P, 90 seconds) and semantic (Animals, 90 seconds) fluency, the Letter-Number Sequencing and Similarities subtests of the Wechsler Adult Intelligence Scale – Fourth Edition (WAIS-IV; Wechsler, 2010), the Hopkins Verbal Learning Test – Revised (HVLT-R; Brandt & Benedict, 2001), and the Letter Cancellation Task (Weintraub & Mesulam, 1985).

Statistical analyses

The underlying assumptions of all statistical analyses were verified. Normal distributions were verified by measures of skewness and kurtosis for each variable. A logarithmic transformation was executed for the variable Omissions on Letter Cancellation Task. All the assumptions of normality were confirmed for the other variables. Two-tailed *p* values less than 0.05 were considered statistically significant.

The relations between the JAT and demographic variables (age, sex and education) were determined with Pearson correlations. Sex was dummy coded as 1 = men and 0 = women, and education corresponded to the number of years of schooling successfully completed. Internal consistency reliability was assessed by Cronbach's alpha. The test's construct validity was explored by principal component analysis

including factors with an eigenvalue > 1 . Convergent and discriminant validity were explored by Pearson correlations between the raw scores on the JAT and selected neuropsychological measures. Interrater reliability was assessed with the Kappa coefficient. Test-retest reliability was analyzed using two-tailed Pearson correlations and practice effects were examined with paired samples t-tests.

Regression-based normative data were determined using the procedure described by Van Breukelen and Vlaeyen (2005). First, we computed Z-scores of each section for each participant based on means and standards deviation of the HC group. Then, we created JAT global Z-score with the average of these two Z-scores. Afterwards, we conducted three regressions analysis with JAT global Z-score, or G or A raw scores as dependent variables and the relevant demographic variables identified in the correlation analysis as predictors entered stepwise. The underlying assumptions of multiple regression analysis were verified. Linearity was assessed by running a curve estimation procedure. Multicollinearity among predictors was tested through variance inflation factors (VIF). Absence of outliers was analyzed with Cook's distances. Normality of residuals distributions was analyzed using residual q-q plot. Finally, homoscedasticity of the residuals was verified by the Breusch–Pagan test. The residuals from optimal regression equations were then converted to Z-scores. Scaled scores were computed for each HC participant who underwent the neuropsychological evaluation and each AD participant using the multiple regression equations derived from the HC group. Groups were compared with between-group repeated-measures ANOVA.

RESULTS – STUDY 2

Demographical effects

In the HC group, correlation analyses revealed that scores of both sections and the total score of the JAT correlated negatively with age, (G: $r = -.24, p < .01, r^2 =$

5,76%; A: $r = -.36, p < .05, r^2 = 12,96\%$; JAT: $r = -.34, p < .001, r^2 = 11,56\%$), positively with years of education (G: $r = .27, p < .005, r^2 = 7,29\%$; A: $r = .31, p = .001, r^2 = 9,61\%$; JAT: $r = .33, p < .001, r^2 = 10,89\%$), but not with sex (G: $r = -.05, p = .58$; A: $r = -.17, p = .053$; JAT: $r = -.13, p = .15$).

Regression-based normative data

Results revealed no violation of the assumptions. We centered the predictor variables and tested their interaction in a regression analysis and results revealed no significant interaction between age and education. Consequently, age and years of education were entered as predictor variables in a linear regression to determine the function for the JAT expected score (ES). The final multiple linear regression models for the JAT score and G and A sections are reported in Table 3. The three sets of residuals were shown to be homoscedastic.

[INSERT TABLE 3 HERE]

Raw scores of a participant can be converted into a Z-score using a four-step procedure. First, the JAT global Z-score (mean Z-score of the two sections) must be computed through the means and standards deviations of the two sections (G : $M = 12.42, SD = 3.02$; A : $M = 10.79, SD = 2.15$). Then, the expected score based on age and education has to be calculated using the regression model. Next, the expected score must be subtracted from the observed score in order to obtain the residual. Finally, the division of this residual by the standard deviation of the residuals of the control group (see Table 3) results in the Z-score of the participant. In order to facilitate the conversion of raw scores to standardized scores, a Microsoft Excel spreadsheet containing automatic conversions through formulas can be downloaded from <https://aqnp.ca/research/jat/>. The French version of the JAT used in this research and an English translation (not validated) are also available on this webpage.

Internal Reliability

Internal consistency, as assessed by Cronbach's alpha, was .71 for the HC group and .85 for the AD group. The alpha coefficient of the TOP-J was only .42 for the HC group, but .74 for the AD group.

Construct Validity

As a principal component analysis revealed only one factor for the test (see Table 4 for factor loadings), convergent and divergent validity were analyzed only on the JAT total T-Score. These correlations are presented in Table 5. The table shows correlations and partial correlations controlled for age and education for HC participants. Correlations were not controlled for demographic variables in the AD group as none of them were significantly correlated with the JAT T-score in this group. Variables that were significantly correlated with the JAT were the same for HC and AD groups, demonstrating strong construct validity. Results revealed a significant correlation between the JAT and the TOP-J. We also found significant correlations between the JAT and abstract reasoning (Similarities), working memory (Letter-Number Sequencing), and verbal fluency. No statistically significant correlation was found between the JAT and the set-shifting task (Color-Word Interference Test – Inhibition/Switching), learning (HVLТ – Learning), delayed recall (HVLТ – DR), execution time visual-spatial scanning (Letter Cancellation Task – time) and precision of visual-spatial scanning (Letter Cancellation Task – omissions). Finally, we found a weak but non-significant correlation between the JAT and the MoCA ($r = .39, p = 0.07$) in AD participants.

[INSERT TABLE 4 HERE]

[INSERT TABLE 5 HERE]

Interrater reliability

Fifteen protocols of HC and AD participants were scored by two raters who were blind to group membership. These fifteen protocols allowed a comparison of 45 scorings for the G section and 60 scorings for the A section. Kappa coefficient was .92 for the G section and .93 for the A section. Both of these results correspond to an “Almost perfect agreement” (Viera & Garrett, 2005).

Test-retest Reliability and Practice Effects

The JAT was administered a second time to a subsample (20%, $n = 24$) of the original sample after an interval of approximately four months. Four participants from each age and education group (see Table 1) were randomly chosen in order to ensure that this subsample was representative of the total group. Results revealed good temporal reliability ($r = .81$) (Calamia, Markon, & Tranel, 2013), and no significant practice effects (see Table 6).

[INSERT TABLE 6 HERE]

Criterion-related validity

The multiple regression equations derived from the HC group were applied to HC participants aged 60 years and older and AD participants in order to obtain a Z-score corrected for age and education for each participant. These results were then converted into T-scores to facilitate interpretation. We conducted repeated measures ANOVAs to compare G and A T-scores between HC and AD participants. Results were statistically significant $F(1, 85) = 58.78, p < .001$, for between-subjects comparison, but no within-subjects effects were found. More specifically, the AD group performed significantly worse than the HC group on the generation of solutions, the assessment of options as well as on the total score of the JAT, with a large effect size (see Table 7).

[INSERT TABLE 7 HERE]

2.5. DISCUSSION

The aim of this study was to develop an instrument with good psychometric properties to measure judgment. This instrument, the JAT, has two components: generation of solutions and assessment of options. Generation of solutions requires participants to generate as many different solutions as possible for an everyday problem, while the assessment section requires them to identify possible consequences (advantages or disadvantages) of options. The scoring of the JAT has the important advantage of allowing the measurement of the quantity (by asking several answers per scenario), diversity (by not rewarding similar answers), and quality (by not rewarding inefficient solutions or false consequences) of the responses at the same time, which is essential when evaluating judgment.

Internal consistency of the final version of the JAT assessed by Cronbach's alpha was .71 in a non-clinical group and .85 in a group of patients with mild AD, which is considered to be adequate (Cortina, 1993). JAT Cronbach's alphas are superior to those of other judgments tests' that were obtained in non-mixed samples which were .04 and .46 for the NCSE-JQ (Woods et al., 2000) and .45 for the NAB-JDG (White & Stern, 2003), and .42 for the TOP-J in the HC group in our study. Test-retest reliability over a four month period was adequate. We found a minimal and non-significant practice effect. Improvement was 0.58 point (raw score) for the G section and 0.49 point (raw score) for the A section. Interrater reliability was excellent. Finally, ceiling effect in healthy population, a common flaw of other judgment tests, was avoided as demonstrated by the normal distribution of performance on the JAT in cognitively intact adults. Avoidance of floor and ceiling effects indicates that this measure is appropriate for high functioning individuals as much as impaired patients.

There are some inconsistencies between the results stemming from studies of cognitive functions underlying judgment due to important differences in the judgment tasks used. In our study, we found moderate correlations with measures of abstract

reasoning and working memory, functions highly correlated with fluid intelligence (Colom, Rebollo, Palacios, Juan-Espinosa, & Kyllonen, 2004), and hypothetical reasoning in decision-making (Evans, 2003). We also found a significant correlation with verbal fluency, a function linked to option generation (Kaiser et al., 2013). Correlations between the JAT and the TOP-J were moderate for HC participants but strong for AD participants. These results can be explained by the slight ceiling effect of the TOP-J with cognitively intact adults found in the original article (Rabin et al., 2007) and in our study. No significant correlation was found between the JAT and delayed recall. A significant correlation was found by Kaiser et al. (2013), but as these authors underlined, it is likely that the very short time allotted to generate options in their task (8 seconds) forced the participants to retrieve known options from long-term memory at the expense of generating new ones. There was also no significant correlation with the set-shifting task (Color-Word Interference Test – Inhibition/Switching). The type of flexibility required by this task, in response to a stimulus, is likely not the same as the one involved in judgment, i.e. divergent thinking (Del Missier et al., 2014; Guilford, 1967; Kaiser et al., 2013). Divergent validity was confirmed by the absence of correlation with measures of learning and visual-spatial scanning (execution time and precision). Although Rabin et al. (2007) used a measure of immediate recall in the convergent validity of the TOP-J, theoretical models link judgment to long-term memory (Kalis et al., 2008), but not specifically to the capacity to learn new information. This dissociation is important in clinical neuropsychology. For example, patients with amnesic mild cognitive impairment may have difficulties learning new information but a relatively preserved semantic and autobiographic memory (Murphy, Troyer, Levine, & Moscovitch, 2008) that would enable them to generate adequate solutions to a problem.

The fact that items of the JAT loaded only on one factor could be explained by the fact that we measured the assessment of options only by the generation of advantages and disadvantages of options. We can infer through the results of the construct

validity that the latent component of the two sections seems to be the generation of idea deduced by reasoning. If we had chosen to include more complex options assessment, for example by requiring arithmetic reasoning as in a situation such as when one has to compare the advantages and disadvantages of two insurance plans, it is likely that a statistically distinct component could have been extracted.

Analyses revealed a moderate linear negative effect of age, a moderate positive effect of education, and no effect of sex. The effect of education on judgment is consistent across studies (Mansbach et al., 2014; Rabin et al., 2007; Woods et al., 2000) but the age effect is not. Rabin et al. (2007) and Woods et al. (2000) did not find a significant correlation between age and respectively, the TOP-J and the NCSE, whereas Mansbach et al. (2014) found one with the KPT. Differences in the age range or the difficulty of the judgment test used across these studies could explain this discrepancy. Our study has the advantage of having non-clinical subjects ranging in age from 20 to 84 years with a normally distributed performance, which allowed us to adequately test the demographic effects across the adult life span.

Normative data of the JAT were developed with a linear regression analysis that included age and education as predictors. Regression-based norms are more stable and reliable than traditional norms, which are obtained by splitting groups based on age, education and/or sex and computing descriptive statistics for these groups, typically means and standard deviations (Van Breukelen & Vlaeyen, 2005). The advantage of regression-based norms is that they are continuous and based on the entire sample of participants, while controlling for significant demographic variables. This method avoids the comparison of a patient's performance to a small sample size due to the splitting in subgroups. Moreover, clinicians are often faced with the situation of having a patient at the extreme of a large age band of a subgroup, which could be not representative. In our sample, an effort was made to recruit men and women in comparable proportion, low- and high-educated participants, and young to

elderly adults (20 to 84 years of age) in order to study the impact of demographic variables on judgment and enter them as predictors in order to have representative normative data.

We used regression-based normative data to convert HC and AD participants' scores to demographically adjusted T-scores and compared these scores. Results showed that both steps of judgment (option generation and assessment of options) are impaired in AD, with a large effect size. These results are consistent with the literature although only a few studies on judgment abilities in AD as measured by a specific judgment test have been published to date (Capucho & Brucki, 2011; Rabin et al., 2007; Woods et al., 2000).

One limitation of this study is the lack of external validity with a measure of decision making in real life such as the Decision Outcome Inventory of Bruine de Bruin, Parker, and Fischhoff (2007). Another limitation is the restriction of judgment evaluation to the two core aspects of judgment, namely generation and assessment of options. Impairment in the last stage of decision making, action initiation (Kalis et al., 2008), is not assessed by this test as this stage cannot easily be evaluated in office settings. Finally, participants in the HC group had completed at least 9 years of education, which constitutes an educational limit on the normative data.

In conclusion, these results indicate that the JAT is a valid and reliable measurement tool for assessing judgment in adults. Moreover, the psychometric properties of the JAT exceed those of existing tests of judgment. However, because judgment is a higher-order cognitive function, a clinician who is mandated to evaluate the judgment capacity of a patient in real life must take into account other variables that could modulate everyday decision-making. For example, if a patient is able to make a good decision but has a severe episodic memory impairment that prevents him from remembering his decision, he will not initiate his chosen solution, and his decision-making is likely to be impaired in everyday life.

Judgment evaluation in neuropsychology is only in its early stages and other studies are needed to improve the understanding of the nature of this function and its impairment in clinical populations. The present study represents an important step in achieving this goal.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank Isabelle Tremblay, Marie-Claude Blackburn, Marjorie Morin, and Bénédicte Ronfard for help in collecting the data, the 14 experts for their evaluation, and Alice Escudier for the graphic design and formatting of the test. The information in this manuscript has never been published elsewhere and the authors report no conflict of interest.

Table 1. Age, sex and education of the HC group ($n = 120$)

Age group	Education group	<i>N</i>	Age <i>M (SD)</i>	Education <i>M (SD)</i>	Sex (% male)
20-54	9-13	20	35.10 (10.23)	12.50 (0.95)	44
	14-21	20	32.90 (9.15)	16.55 (1.93)	50
55-69	9-13	20	62.70 (4.76)	11.80 (1.28)	50
	14-21	20	61.95 (3.79)	16.65 (2.06)	40
70-84	9-13	20	75.15 (4.23)	11.85 (1.18)	40
	14-21	20	73.25 (3.08)	16.70 (1.13)	45
Total		120	56.84 (18.11)	14.34 (2.73)	43

Table 2. Demographic characteristic and MoCA score of the subsample who underwent the neuropsychological evaluation and the AD participants

Variable	HC (<i>n</i> = 63)		AD (<i>n</i> = 24)	
	M (SD)	Range	M (SD)	Range
Age (years)	70.83 (5.68)	60-84	78.62 (5.98)	67-90
Education (years)	14.48 (2.94)	9-21	12.33 (3.52)	5-19
Sex (% male)	46%		50%	
MoCA	28 (1.39)	26-31	18 (4.35)	11-25

Table 3. Final regression models for JAT measures

Measure	Predictor	B	Standard error B	β	t	SD Residual
JAT	(constant)	-0.471	0.437		-1.077	.744
	Age	-0.017	0.004	-.354	-4.391****	
	Education	0.100	0.025	.319	3.950****	
G	(constant)	10.466	1.661		6.302****	2.824
	Age	-0.037	0.014	-.225	-2.596*	
	Education	0.285	0.096	.258	2.977***	
A	(constant)	10.111	1.098		9.209****	1.867
	Age	-0.046	0.010	-.387	-4.825****	
	Education	0.230	0.063	.292	3.632****	

Linear regression analysis, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .005$, **** $p < .001$

Table 4. Principal component analysis

Item	Factor loadings
G1	.76
G2	.79
G3	.74
A1	.54
A2	.73
A3	.69
A4	.79

Table 5. Convergent and divergent validity of the JAT

	HC (<i>n</i> = 63)		AD (<i>n</i> = 24)
	JAT	JAT Partial correlation	JAT
TOP-J	.32***	.27*	.69****
Similarities (WAIS-IV)	.51****	.34**	.42*
Letter-Number Sequencing (WAIS-IV)	.36***	.28*	.51*
Verbal fluency	.42****	.27*	.43*
Color-Word Interference Test – Inhibition/Switching	.02	.08	-.37
HVLR – Learning	.11	.10	.14
HVLR – DR	.06	.04	-.05
Letter Cancellation Task (time)	-.03	.14	-.13
Letter Cancellation Task (omissions)	-.16	-.05	-.27
MoCA			.39

Two-tailed Pearson correlations, **p* < .05, ** *p* < .01, *** *p* < .005, **** *p* < .001

Table 6. Test-retest reliability and practice effects

	Time 1 M (SD)	Time 2 M (SD)	R	t
G (raw score)	12.67 (3.37)	13.25 (3.27)	.80****	.19, n.s.
A (raw score)	10.63 (1.91)	11.12 (2.29)	.67****	.17, n.s.
JAT (Z-score)	.02 (1.78)	.44 (1.93)	.81****	.09, n.s.

Two-tailed Pearson correlations, **** p < .001 and paired samples t-tests

Table 7. Comparisons of JAT T scores by group

	HC	AD	t	Effect size (Cohen's d)
G	49.80 (9.88)	34.70 (9.90)	6.45****	1.53
A	50.20 (10.61)	31.49 (13.10)	6.99****	1.57
JAT	50.28 (10.31)	30.00 (12.32)	7.88****	1.79

Independent samples t-tests, **** p < .001

REFERENCES

- Baron, J. (2007). *Thinking and Deciding* (4th ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Beyth-Marom, R., Austin, L., Fischhoff, B., Palmgren, C., & Jacobs-Quadrel, M. (1993). Perceived Consequences of Risky Behaviors: Adults and Adolescents. *Developmental Psychology*, 29(3), 549-563.
- Bisbing, T. A., Olm, C. A., McMillan, C. T., Rascovsky, K., Baehr, L., Ternes, K., . . . Grossman, M. (2015). Estimating frontal and parietal involvement in cognitive estimation: a study of focal neurodegenerative diseases. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9. doi: 10.3389/fnhum.2015.00317
- Brandt, J., & Benedict, R. H. B. (2001). *Hopkins verbal learning test—revised: professional manual*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
- Bruine de Bruin, W., Parker, A. M., & Fischhoff, B. (2007). Individual differences in adult decision-making competence. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92(5), 938-956. doi: 10.1037/0022-3514.92.5.938
- Calamia, M., Markon, K., & Tranel, D. (2013). The robust reliability of neuropsychological measures: meta-analyses of test-retest correlations. *The Clinical Neuropsychologist*, 27(7), 1077-1105. doi: 10.1080/13854046.2013.809795
- Capucho, P. H. F. V., & Brucki, S. M. D. (2011). Judgment in Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's disease. *Dementia & Neuropsychologia*, 5(4), 297-302.
- Channon, S., & Crawford, S. (1999). Problem-solving in real-life-type situations: the effects of anterior and posterior lesions on performance. *Neuropsychologia*, 37(7), 757-770.
- Colom, R., Rebollo, I., Palacios, A., Juan-Espinosa, M., & Kyllonen, P. C. (2004). Working memory is (almost) perfectly predicted by g. *Intelligence*, 32(3), 277-296. doi: 10.1016/j.intell.2003.12.002
- Connolly, T., Arkes, H. R., & Hammond, K. R. (1999). *Judgment and decision making: An interdisciplinary reader* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Cornelius, S. W., & Caspi, A. (1987). Everyday problem solving in adulthood and old age. *Psychology and Aging*, 2(2), 144-153.
- Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. *Journal of Applied Psychology and Aging*, 78, 98-104. doi: 10.1037/0021-9010.78.1.98
- de Vaus, D. (2002). *Analyzing Social Science Data -50 Key Problems in Data Analysis*. London: Sage Publications.
- Del Missier, F., Visentini, M., & Mäntylä, T. (2014). Option generation in decision making: ideation beyond memory retrieval. *Frontiers in Psychology*, 5, 1584. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01584

- Delis, D., & Kaplan, E. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function Battery*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Denney, N. W., & Pearce, K. A. (1989). A developmental study of practical problem solving in adults. *Psychology and Aging*, 4(4), 438-442.
- Evans, J. S. (2003). In two minds: dual-process accounts of reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(10), 454-459.
- Evans, J. S. (2008). Dual-processing accounts of reasoning, judgment, and social cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 255-278. doi: 10.1146/annurev.psych.59.103006.093629
- Fucetola, R., Seidman, L. J., Kremen, W. S., Faraone, S. V., Goldstein, J. M., & Tsuang, M. T. (2000). Age and neuropsychologic function in schizophrenia: a decline in executive abilities beyond that observed in healthy volunteers. *Biological Psychiatry*, 48(2), 137-146. doi: 10.1016/S0006-3223(00)00240-7
- Gigerenzer, G., & Gaissmaier, W. (2011). Heuristic Decision Making. *Annual Review of Psychology*, 62(1), 451-482.
- Goldstein, W. M., & Hogarth, R. M. (1997). *Research on Judgment and Decision Making*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Grisso, T. (2003). *Evaluating Competencies: Forensic Assessments and Instruments* (Second Edition ed.). New York, NY: Springer.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Hair, J., Black, B., Babin, B., & Anderson, R. (2010). *Multivariate Data Analysis*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Harris, A. J., Corner, A., & Hahn, U. (2009). Estimating the probability of negative events. *Cognition*, 110(1), 51-64. doi: 10.1016/j.cognition.2008.10.006
- IBM Corp. (2011). IBM SPSS Statistics for Macintosh (Version 20.0). Armonk, NY: IBM Corp.
- Kaiser, S., Simon, J. J., Kalis, A., Schweizer, S., Tobler, P. N., & Mojzisch, A. (2013). The cognitive and neural basis of option generation and subsequent choice. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 13(4), 814-829. doi: 10.3758/s13415-013-0175-5
- Kalis, A., Mojzisch, A., Schweizer, T. S., & Kaiser, S. (2008). Weakness of will, akrasia, and the neuropsychiatry of decision making: an interdisciplinary perspective. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 8(4), 402-417. doi: 10.3758/cabn.8.4.402
- Kiernan, R. J., Mueller, J., Langston, J. W., & Van Dyke, C. (1987). The Neurobehavioral Cognitive Status Examination: a brief but quantitative approach to cognitive assessment. *Annals of Internal Medicine*, 107(4), 481-485.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Bigler, E. D., & Daniel, T. (2012). *Neuropsychological Assessment* (Fifth ed.). New York: Oxford University Press.
- Loeb, P. A. (1996). *Independent Living Scales (ILS), Manual*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.

- Mansbach, W. E., MacDougall, E. E., Clark, K. M., & Mace, R. A. (2014). Preliminary investigation of the Kitchen Picture Test (KPT): a new screening test of practical judgment for older adults. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition*, 21(6), 674-692. doi: 10.1080/13825585.2013.865698
- McKhann, G. M., Knopman, D. S., Chertkow, H., Hyman, B. T., Jack Jr, C. R., Kawas, C. H., . . . Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of dementia due to Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's and Dementia*, 7(3), 263-269.
- Murphy, K. J., Troyer, A. K., Levine, B., & Moscovitch, M. (2008). Episodic, but not semantic, autobiographical memory is reduced in amnesic mild cognitive impairment. *Neuropsychologia*, 46(13), 3116-3123. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2008.07.004
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., . . . Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53, 695-699.
- Rabin, L. A., Borgos, M. J., & Saykin, A. J. (2008). A Survey of Neuropsychologists' Practices and Perspectives Regarding the Assessment of Judgment Ability. *Applied Neuropsychology*, 15(4), 264-273.
- Rabin, L. A., Borgos, M. J., Saykin, A. J., Wishart, H. A., Crane, P. K., Nutter-Upham, K. E., & Flashman, L. A. (2007). Judgment in older adults: development and psychometric evaluation of the Test of Practical Judgment (TOP-J). *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29(7), 752-767.
- Rabin, L. A., Saykin, A. J., West, J. D., Borgos, M. J., Wishart, H. A., Nutter-Upham, K. E., . . . Santulli, R. B. (2009). Judgment in Older Adults with Normal Cognition, Cognitive Complaints, MCI, and Mild AD: Relation to Regional Frontal Gray Matter. *Brain Imaging and Behavior*, 3(2), 212-219.
- Sijtsma, K. (2009). On the Use, the Misuse, and the Very Limited Usefulness of Cronbach's Alpha. *Psychometrika*, 74(1), 107-120. doi: 10.1007/s11336-008-9101-0
- Simon, H. A. (1957). *Models of Man*. New York: Wiley.
- Spitz, G., Maller, J. J., O'Sullivan, R., & Ponsford, J. L. (2013). White matter integrity following traumatic brain injury: the association with severity of injury and cognitive functioning. *Brain Topography*, 26(4), 648-660. doi: 10.1007/s10548-013-0283-0
- Stern, R. A., & White, T. (2003). *Neuropsychological Assessment Battery*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: heuristics and biases. Biases in judgments reveal some heuristics of thinking under uncertainty. *Science*, 185(4157), 1124-1131.

- Van Breukelen, G. J., & Vlaeyen, J. W. (2005). Norming clinical questionnaires with multiple regression: the Pain Cognition List. *Psychological Assessment, 17*(3), 336-344. doi: 10.1037/1040-3590.17.3.336
- Van Marwijk, H. W., Wallace, P., de Bock, G. H., Hermans, J. O., & Mulder, J. D. (1995). Evaluation of the feasibility, reliability and diagnostic value of shortened versions of the geriatric depression scale. *The British Journal of General Practice, 45*(393), 195.
- Viera, A. J., & Garrett, J. M. (2005). Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. *Family Medicine, 37*(5), 360-363.
- von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1947). *Theory of games and economic behavior* (2nd ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Waller, N. G. (2008). Commingled Samples: A Neglected Source of Bias in Reliability Analysis. *Applied Psychological Measurement, 32*(3), 211-223.
- Wechsler, D. (2010). *Échelle d'intelligence de Wechsler pour adultes, quatrième édition (WAIS-IV) - Version Canadienne Francophone*. Toronto: PsychCorp.
- Weintraub, S., & Mesulam, M. M. (1985). Mental state assessment of young and elderly adults in behavioral neurology. In M. M. Mesulam (Ed.), *Principles of behavioral neurology*. (pp. 71-123). Philadelphia: Davis Company.
- White, T., & Stern, R. A. (2003). *Neuropsychological Assessment Battery: Psychometric and Technical manual*. Lutz, FL: Psychological Assessment Ressources.
- Woods, D. C., Patterson, M. B., & Whitehouse, P. J. (2000). Utility of the Judgment Questionnaire subtest of the Neurobehavioral Cognitive Status Examination in the evaluation of individuals with Alzheimer's disease. *Clinical Gerontologist, 21*(4), 49-66.

CHAPITRE III

COGNITIVE BIASES: THE CONTRIBUTION OF DEMOGRAPHIC VARIABLES, COGNITIVE FUNCTIONING AND PROCESSING STYLE PREFERENCE

Title: Cognitive Biases: The Contribution of Demographic Variables, Cognitive Functioning, and Processing Style Preference

Authors: Frédérique Escudier¹, Simon Charbonneau², Jessica Cole¹, Edith Léveillé¹, Valérie Bédirian³, Carol Hudon⁴, Peter Scherzer¹

1. Psychology department, Université du Québec à Montréal, Montréal, Qc, Canada.

2. Psychology department, Centre hospitalier de l'Université de Montréal, Montréal, Qc, Canada.

3. Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Nord-de-l'Île-de-Montréal, Montréal, Qc, Canada.

4. School of Psychology, Université Laval; Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec, Quebec, Canada

Corresponding author: Frédérique Escudier, M.Ps. Email :
frederique.escudier@gmail.com

Word count abstract: 245

Word count manuscript text: 4427

3.1. ABSTRACT

Objective: Decision making can be accelerated through mental shortcuts, or heuristics. However, these heuristics can cause systematic errors, or cognitive biases, which lead to irrational decisions. Our objective was to explore the relationships between demographic and cognitive variables and biases in the general population and in cognitively impaired patients. **Method:** The effect of sex, age, and education on cognitive biases was first investigated in a group of 120 healthy controls (HC) aged from 20 to 84 (9-21 years of education; 46% male). A group of 24 patients with mild Alzheimer's disease (AD) and 63 HC participants (≥ 60 years) were then tested on a neuropsychological battery, in order to explore the influence of cognitive functions on biases. **Results:** Results showed that biases were more common in older adults compared to young and middle-aged adults and that education had a weak protective effect on resistance to biases. Regression analysis indicated that abstract reasoning as well as cognitive processing speed explained 35% of the variance in performance on biases tasks. However, processing style preference (intuitive or analytic), as measured by the Cognitive Reflection Test (CRT), did not predict performance on biases tasks. AD participants were significantly more biased than matched HC participants (moderate effect size) and these biases were associated with lower reasoning and inhibition abilities. **Conclusion:** These findings give us a better understanding of the variables that prevent and cause biases. Given the potential impact of cognitive biases (irrational financial decisions, delusions), further studies are indicated.

Key words: Decision Making, Judgment, Cognitive Reflection Test, Neuropsychology, Alzheimer's Disease, Dementia.

3.2. INTRODUCTION

Our days are filled with decisions of varying levels of importance and complexity. These decisions can be made through two distinct modes of thinking, identified as System 1 and System 2. This terminology was first introduced by Stanovich and West (2000) and adopted by researchers in the fields of thinking, reasoning and decision-making. Most choices made by an individual, are carried out by System 1. This system operates in a fast, unconscious and automatic fashion. The efficiency of this system relies on heuristics, i.e. rules or mental shortcuts facilitating and accelerating the processing of information and allowing automatic processing (Kahneman, 2011). The underlying component of System 1 is associative learning. Through associative learning, a heuristic that was successful in a particular situation is stored in memory and is reactivated when System 1 recognizes a similar situation (Simon, 1992). Unfortunately, these heuristics also lead to systematic errors, or biases, in certain situations that consist of appealing but incorrect answers that violate rules of logic or statistics (Baron, 2007; Evans, 2002; Tversky & Kahneman, 1974). Biases arise because a heuristic has been applied in a wrong situation or because the heuristic is flawed. They may have a significant impact in everyday life, such as influencing the risk perception of events (Harris, Corner, & Hahn, 2009), a critical aspect in decision making (Tversky & Kahneman, 1974).

In contrast to System 1, System 2 is a slow process requiring attention in addition to conscious and effortful mental activities. It is activated in unfamiliar or complex situations (Evans, 2003). In this system, choices are made following organized steps of reasoning through hypothetical thinking. Kalis, Mojzisch, Schweizer, and Kaiser (2008) modeled this process and proposed the existence of three stages: (1) option generation; (2) option selection (assessment of options); and (3) action initiation. It has been argued that System 2 requires reasoning and working memory capacities in order to analyze the situation and to process complex computations (Evans, 2003; Evans & Stanovich, 2013). Biases can be avoided by involving System 2 through which a careful analysis of the situation is made and the intuitive but wrong answer is inhibited (Kahneman, 2011).

Functional neuroimaging studies provided evidence for this dual processing system. Several studies showed an activation of the ventral medial prefrontal cortex when subjects give biased answers (Deppe et al., 2005; Goel & Dolan, 2003). On the other hand, inhibition of the biased answer in favor of a logical one was correlated with activation of the right prefrontal cortex (Aron, Robbins, & Poldrack, 2004; De Neys, Vartanian, & Goel, 2008; Goel & Dolan, 2003).

Cognitive biases have been studied almost exclusively in healthy populations mostly among university students, a homogenous population of young people with high-level cognitive abilities (Henrich, Heine, & Norenzayan, 2010). As a consequence, little is known about the influence of age, educational level or cognitive impairment on cognitive biases. In addition, few studies have used neuropsychological tests in order to clarify the contribution of underlying cognitive abilities to biases or cognitive style (i.e. System 1 or 2 preference).

Thus, the first goal of our study was to analyze the influence of demographic variables (sex, age, and education) across lifespan on cognitive biases in the general population. We hypothesized an increase of biases throughout adult lifespan as found by Klaczynski and Robinson (2000) alongside more reliance on heuristics (System 1) with age. We also hypothesized a protective effect of education on resistance to biases. Even if the effect of the level of education on cognitive biases does not seem to have been investigated in the literature, West et al. (2008) showed a negative correlation between cognitive biases and SAT scores. Our second goal was to better understand how biases arise through the analysis of the relationship between biases, cognitive style preference and cognitive abilities. We hypothesized that successful resolution of biases will be correlated with preference for System 2 processing as biases are thought to be resolved by this System. We also expected that resistance to biases will be correlated with capacities of inhibition as this ability allows one to inhibit the intuitive but biased answer, and also with measures associated with System 2, namely working memory and reasoning.

Concerning the study of cognitive biases in impaired populations, a review of the literature revealed that cognitive biases have been mainly investigated in schizophrenia.

This can be explained by the fact that several studies showed that cognitive biases contribute to the occurrence of delusions in this population (Ben-Zeev, Morris, Swendsen, & Granholm, 2012; Bentall, Kinderman, & Kaney, 1994; Falcone et al., 2015; Garety, Bebbington, Fowler, Freeman, & Kuipers, 2007; Jolley et al., 2014; Woodward et al., 2006). These researchers showed that a jumping to conclusion bias (early interpretation based on little evidence), attributional bias (attributing negative outcomes to external causes) and disconfirmatory bias (failure to consider evidence that disproves a belief) were present in schizophrenic patients. These biases seem to contribute to maintaining delusions as patients discredit evidence that contradicts their delusions and make wrong interpretations based on partial information that confirms their delusions. Delusions are common in the course of Alzheimer's disease (AD), with a prevalence of between 31% and 70% (Bassiony et al., 2000; Scarmeas et al., 2005). Moreover, Scarmeas et al. (2005) showed that delusions are correlated with disease outcomes, such as an increased risk for cognitive and functional decline, institutionalization and death. To our knowledge, there have been no studies done on cognitive biases in AD. Consequently, our third goal was to explore the presence of cognitive biases in a group of patients with mild AD and try to understand how they occur through the correlations with cognitive deficits.

3.3. METHOD

Participants and Procedure

The subjects of this study also participated in the validation and normalization study of the Judgment Assessment Tool (JAT; Escudier et al., 2015). The healthy control group (HC) was composed of 120 participants recruited by word of mouth and flyers posted in public areas constituted the healthy control (HC) group. Exclusion criteria included a history of developmental learning disability, substance abuse, head injury, psychiatric illness, or a neurological condition, as ascertained using a standardized interview or a score below 26 on the Montreal Cognitive Assessment (MoCA; Nasreddine et al., 2005). Demographic characteristics of these participants are presented in Table 1. All HC completed the biases tasks, but only participants aged 60 years and older completed the

cognitive tasks. Table 2 shows the demographic characteristics and the MoCA score of these participants ($n = 63$). Participants with mild AD were referred by neurologists, geriatricians, or general practitioners. The diagnosis of probable mild AD was made by the attending physician and confirmed by the research team based on medical, clinical and neuropsychological data on the basis of the criteria of the National Institute of Aging and the Alzheimer's Association (McKhann et al., 2011). Demographics and clinical characteristics of AD participants are presented in Table 2. Depression was screened for during the pre-test interview and using the 4-item version of the Geriatric Depression Scale (GDS-4; Van Marwijk, Wallace, de Bock, Hernans, & Mulder, 1995). The study was approved by the scientific and ethics committees of the *Centre hospitalier de l'Université de Montréal* and by the ethics committees of the *Institut universitaire en santé mentale de Québec*, and the Faculty of Human Sciences of the *Université du Québec à Montréal*.

[INSERT TABLE 1 HERE]

[INSERT TABLE 2 HERE]

All participants were tested individually. A neuropsychological test battery was administered and scored by a trained psychometrician in accordance with standardized procedures. All participants provided written informed consent before study participation.

Material

Cognitive Biases

All biases were adapted from classic bias literature. Biases were scored as 0 if the participant showed the bias and 1 if he resisted the bias. A Bias Index was created based on the total score on the five biases included in this study, with a higher score on the Bias Index meaning a higher resistance to biases. Each bias is described below (the scenarios used to test these biases can be found in the Appendix).

1. Base Rate

Casual base rate problem was based on that described by Toplak, West, and Stanovich (2011). In this scenario, a man is thinking about buying one of two similarly priced cars. Preference for the car recommended by salient personal testimonies (two friends) over experts (magazine expert) and a large sample of individuals (consumer's ratings) was scored 0.

2. Gambler's fallacy (misconception of chance)

This problem illustrates the false belief that an event that had not occurred for a long time is "due", and so it is more likely to happen in the future, even if its occurrence is independent of the past events. A consideration of prior events to predict the next one was scored 0.

3. Causation-correlation confusion (inferring causation from correlation)

In this problem, we used the bias of inferring causation from a correlation between two seemingly independent variables, with a confounding factor that could be deduced in order to explained the relationship between the two variables. Inferring causation from correlation was scored 0.

4. Belief bias

In this problem, we asked participants to evaluate the validity of an argument that had a true conclusion. The argument was flawed (illogic) so participants who answered that the argument was valid were in fact influenced by the plausible answer and did not verify the argument. Answering that the argument was valid was scored 0.

5. Outcome bias

This scenario illustrates the bias of evaluating the quality of a decision based on its outcome even if the outcome is determined by chance. The scenario chosen to illustrate this bias was based on the one used by Toplak et al. (2011). Using the random outcome of the decision to evaluate its quality was scored 0.

Cognitive reflection test

We used the Cognitive Reflection Test (CRT; Frederick, 2005) in order to evaluate the cognitive style preference (System 1 or System 2) of an individual. This test consists of three items that have intuitive but wrong answers:

- 1) A bat and a ball cost \$1.10 in total. The bat costs a dollar more than the ball. How much does the ball cost? (Correct response = 5 cents; Intuitive response = 10 cents)
- 2) If it takes 5 machines 5 min to make 5 widgets, how long would it take 100 machines to make 100 widgets? (Correct response = 5 min; Intuitive response = 100 min)
- 3) In a lake, there is a patch of lily pads. Every day, the patch doubles in size. If it takes 48 days for the patch to cover the entire lake, how long would it take for the patch to cover half of the lake? (Correct response = 47 days; Intuitive response = 24 days)

Frederick (2005) claims that individuals who process these items with System 1 reply with the first answer that comes to mind and that inhibition of this answer for the right one requires the involvement of System 2. However, some authors have argued that the key mechanism to resolve these problems is numeric ability and not cognitive style (Graffeo, Polonio, & Bonini, 2015; Sinayev & Peters, 2015). In order to capture the cognitive style of participants and not numeric or reasoning abilities, we used a modified scoring criterion for this test. Instead of scoring the answers on the CRT as right or wrong, we coded the answers as A = the intuitive error (produced by System 1), B = the non-intuitive correct answer (produced by an efficient System 2) and C = a non-intuitive incorrect answer (produced by an inefficient System 2). Then, we formed two groups of participants according to their use of System, 1 or 2, to resolve the majority of the items. System 1 group included participants with at least two intuitive errors and System 2 group included participants with at least two right or wrong non-intuitive answers.

Neuropsychological test battery

Cognitive functioning was screened with the MoCA (Nasreddine et al., 2005), using the cut-off of 26 recommended by the authors for selecting HC participants. We also administered the following tests: the JAT, a test that assesses the decision making process: the generation of solutions and the assessment of options, the subtest Color-

Word Interference Test (CWIT) of the Delis-Kaplan Executive Function Battery (D-KEFS; Delis & Kaplan, 2001), the Letter-Number Sequencing (working memory) and Similarities (abstract reasoning) subtests of the Wechsler Adult Intelligence Scale – Fourth Edition (WAIS-IV; Wechsler, 2010) and the Letter Cancellation Task (attention; Weintraub & Mesulam, 1985).

Statistical analyses

We assessed normal distribution of each variable by measures of skewness and kurtosis for each variable and excluded outliers. Two-tailed p values less than 0.05 were considered statistically significant. We investigated the effect of demographic variables on biases using Pearson correlations in the HC group. Sex was dummy coded as 1 = men and 0 = women, and education corresponded to the number of years of schooling successfully completed. The proportion of men and women was compared using a chi-squared test. Cognitive correlates of the biases were explored by Pearson correlations between performance on biases and neuropsychological measures. The “Inhibition” variable was created by subtracting the processing time (in seconds) of the color naming condition from the inhibition condition. A stepwise regression was performed to explore which neuropsychological variables predicted variance of the biases. Based on the results on the CRT, groups were formed according to their cognitive style and differences among means were evaluated using two-tailed independent t-test. AD participants were matched on sex, age and education to HC participants and performance on the biases was compared using two-tailed independent t-test.

3.4. RESULTS

Preliminary verification

A logarithmic transformation was used for the variable Omissions on the Letter Cancellation Task to normalize its distribution. We found a floor effect on the CRT in both groups and a ceiling effect on the MoCA in the HC group. Consequently, we did not use these variables with these groups when our analyses required normal distribution. All the other variables were normally distributed.

Performances on the Biases

Table 3 displays the percentages of correct answers on each bias for both groups. This table shows that the biases varied in their degree of difficulty, as percentages of correct responses ranged from 36.7% to 86.7% in the HC group (Casual base rate = 69.2%; Gambler's fallacy = 86.7%; Cause-correlation confusion = 36.7%; Belief bias = 54.2%; Outcome bias = 68.3%) and from 12.5% to 54.2% in the AD group (Casual base rate = 33.3%; Gambler's fallacy = 54.2%; Cause-correlation confusion = 25.0%; Belief bias = 12.5%; Outcome bias = 50.0%).

Cronbach's Alpha of the Bias Index was .394. This modest reliability is consistent with other studies that showed that biases share only a small proportion of variance as each bias is based on a different heuristic (Teovanović, Knežević, & Stankov, 2015; Toplak et al., 2011; van der Gaag et al., 2013; West, Toplak, & Stanovich, 2008).

Demographic effects

Correlation analyses revealed no effect of sex ($r = .02, p = .84$) and a weak positive effect of education ($r = .23, p < .05, r^2 = 5.06\%$). We found a linear and a quadratic relationship between age and biases. Consequently, we analyzed the performance on biases using the three age groups (young, middle-aged and older adults) described in Table 1. A one-way ANOVA showed a significant difference between groups ($F(2,117) = 4.862, p = .009$), with a medium effect size ($\eta^2 = 0.077$) according to Cohen (1988). A post-hoc analysis showed that the younger ($M = 3.30; SD = 1.11$) and the middle-aged ($M = 3.43; SD = 1.15$) groups performed better than the older group ($M = 2.72; SD = 0.93$).

Cognitive Correlates of Cognitive Biases

Table 3 shows that in the HC group, the Bias Index correlated with measures of abstract reasoning ($r = .49, p < .001$; Similarities), judgment ($r = .27, p = .030$; JAT), working memory ($r = .26, p = .041$; Letter-Number Sequencing) and processing time (range $r = -.34$ to $-.36, p < .001$; Color-Word Interference Test – Color Naming and Word Reading). Even if the first two conditions of the CWIT correlated with the Bias Index, the Inhibition

variable was not correlated with biases because it was a contrast measure, which controlled for basic processing time.

[INSERT TABLE 3 HERE]

We conducted a regression analysis with the Bias Index as the dependent variable and all neuropsychological variables identified as significant in the correlation analysis as predictors entered stepwise in addition to the confounding variables of age and education. As the regression analysis was performed only on the older HC participants who underwent neuropsychological evaluation, age was linearly correlated and could be included in the analysis ($r = -.42, p = .001$). Measures of abstract reasoning ($\beta = .435, p < .001$) and processing time ($\beta = -.321, p < .005$) both predicted unique variance of the performance on the biases for a total of 34.6% of variance explained ($F(2,57)=15.10, p < .001$).

Biases and Cognitive Style

Calculations of the proportions of responses types for each problem of the CRT showed that intuitive answers were predominant: (1) Bat & Ball: Intuitive error = 81.0%, Non-intuitive error = 4.8%, Non-intuitive correct answer = 14.3%; (2) Widgets: Intuitive error = 60.3%, Non-intuitive error = 28.6%, Non-intuitive correct answer = 11.1%; (3) Lily Pads: Intuitive error = 79.4%, Non-intuitive error = 7.9%, Non-intuitive correct answer = 12.7%. Based on our assessment of the system used to resolve the majority of the items (see the Material section for details), 51 participants were classified in the System 1 group and 12 in the System 2 group. We were not able to perform a Chi-Square test to compare the ratio of women and men between the two groups, as the sample size of the System 2 group was too small. We compared the performance of these groups on age, education and neuropsychological variables using independent t-tests (see Table 4). Results show that participants who relied more on System 1 were older and less educated (large effect sizes). In addition, System 2 group performed better on measures of abstract reasoning (Similarities; moderate effect size) and judgment (JAT; large effect size). Other differences did not reach statistical significance as the small size of the System 2 group

reduced the statistical power of the analysis. Notably, we found no difference in performance on the Bias Index between the two groups.

[INSERT TABLE 4 HERE]

Biases in Alzheimer's Disease

The AD group performed significantly worse than the matched HC group on the biases (moderate effect size; see table 5). Correlations with neuropsychological variables are displayed in Table 3. Although most of the correlations did not reach the critical value ($r = .404$) to be statistically significant, correlation strengths were similar to those of the HC group for abstract reasoning ($r = .42$, $p = .041$; Similarities), judgment ($r = .24$, $p = .263$; JAT) and working memory ($r = .24$, $p = .256$; Letter-Number Sequencing). However, correlation with processing time (range $r = -.18$ to $.30$; Color-Word Interference Test – Color Naming and Word Reading) was weaker and correlation with inhibition was stronger ($r = .39$).

[INSERT TABLE 5 HERE]

3.5. DISCUSSION

Objectives of this study were to: (1) analyze the influence of demographic variables (sex, age, and education) on cognitive biases; (2) explore the correlations between cognitive biases and cognitive style preference (System 1 or System 2) and neuropsychological variable; (3) study cognitive biases in patients with mild AD.

Results showed no relationship between cognitive biases and sex but they revealed a decrease resistance to cognitive biases with age, a finding reported by Klaczynski & Robinson (2000). This decrease was evident only in later life since we did not find any difference between our young and middle-aged groups. This deterioration makes sense as biases are solved by System 2, a system associated with fluid intelligence and working memory, executive abilities known to decline with age (Bugg, Zook, DeLosh, Davalos, & Davis, 2006; Ryan, Sattler, & Lopez, 2000; Wang et al., 2011). Participants who preferentially used System 2 to process information were significantly more educated and

younger than those who processed the information with System 1. Klaczynski and Robinson (2000) also found an increasing reliance on heuristics (System 1) with age. They explained this result on the basis that older adults may be more prone to use heuristics to process information because of the age-related decline in cognitive abilities linked to analytic reasoning and because older individuals likely favor least effort strategies more than younger adults. We also found a weak positive education effect on the Bias Index performance. This association between cognitive biases and years of education in the general population was not explored in other studies but West et al. (2008) found a positive correlation between the correct responses on cognitive biases tasks and the SAT scores, an educational measure related to the g factor (Frey & Detterman, 2004).

We did not find differences in performance on biases based on the cognitive style preference of the individual, as measured by the CRT. This can be explained by the difference in the abilities required to detect the intuitive answers in the CRT (abstract reasoning and numeric abilities) and solve the cognitive biases used in our study (probably abstract reasoning only), which may have reduced the association between the CRT and our biases. None of our biases required any calculation. This absence of relationship supports the claim made by Welsh, Burns, & Delfabbro (2013) that performance on the CRT can be explained via numeric ability without involvement of the cognitive style processing of the individual. These authors explored the predictive power of the CRT on several biases and found that the CRT was a good predictor only for biases where numerical skills were required in order to arrive at the correct answer.

Neuropsychological results showed that reasoning seems to be an important mechanism underlying performance both on cognitive biases and capacity to override wrong intuitions in HC. The correlation between reasoning ability and capacity to activate System 2 when flawed intuitions are detected is consistent with the findings of Sinayev and Peters (2015) who showed that in the CRT, numeracy abilities enable the individual to verify intuitions and inhibit System 1 in addition to make the computations required to solve the problems. We also found that processing time contributed to the predictive power of the performance on biases in HC. This correlation can be explained by the

processing-speed theory which argues that processing speed influences working memory capacity which in turn impacts reasoning capacity by improving the quality and number of mental operations (Fry & Hale, 2000; Kail & Salthouse, 1994; Salthouse, 1996). Finally, contrary to our expectations, inhibition capacity was not correlated with biases for cognitively intact participants.

Results showed that AD participants had significantly more biases than HC participants, the difference between the two groups showing a moderate effect size. The strength of the correlations between biases and neuropsychological measures was comparable to that of the HC group for reasoning, judgment and working-memory despite the fact that several correlations did not reach significance threshold because of the sample size of the AD group. Interestingly, inhibition was now correlated with biases at .39. We can infer through the results on these two groups that the relationship between inhibition and cognitive biases is not linear. Indeed, impaired inhibition seems to prevent inhibition of the intuitive answers and analysis of the problems by System 2. However, if individuals have a minimum capacity of inhibition, its variance in the normal zone will no longer influence the capacity to resist biases. We noted a reduction in the correlation between processing time and cognitive biases in AD participants, meaning that in case of cognitive impairment, reasoning and inhibition capacities are now more critical than processing time to override wrong intuitions to give the correct answers.

One limitation of our study is the size of the groups. When we formed the HC groups based on the cognitive style preference, one group included only 12 participants. However, the fact that only 12/63 subjects (19%) showed a System 2 preference to solve the problems is of interest and merits further investigation. This may be explained by the fact that the items of the CRT are difficult and require too much numeric abilities and analytic reasoning skills. Another less difficult measure would have been more appropriate with the general population, but no such measure appears to be available in the literature. Finally, a numeracy ability test would have helped to clarify the validity of the CRT as a measure of cognitive reflection given the current debate on this subject in the literature (Campitelli & Gerrans, 2014; Graffeo et al., 2015; Mastrogiorgio, 2015; Sinayev & Peters, 2015; Welsh, Burns, & Delfabbro, 2013).

The literature on cognitive biases and cognitive style has serious limitations as almost all studies used data from college students, a population known to have both specific biases (e.g. optimistic bias) and high cognitive abilities (Arnett, 2000; Reyna & Farley, 2006). Proportions of response types in the CRT in our study differed from those reported with college students as our participants made more intuitive-type responses (Pennycook, Cheyne, Koehler, & Fugelsang, 2015) and we did not find the relationship between biases and cognitive style reported in others studies (Frederick, 2005; Toplak et al., 2011).

Future research should focus more on the general population to enhance the generalizability of the findings on cognitive reflection and biases. Future studies should also include diverse clinical populations with cognitive impairment in order to better understand the relation between biases and cognitive deficits and document which biases are more prone to emerge in cognitively impaired populations. Finally, further studies are needed to document the functional impact of cognitive biases. Very few studies have investigated the functional impact of cognitive biases in daily life, although it is known that biases have the potential to cause irrational decisions, especially irrational financial decisions (Agarwal & Mazumder, 2013). Improving our knowledge of cognitive biases could help us to better understand these types of errors and improve the quality of life of patients prone to make this type of errors. For example, Moritz and Woodward (2007) developed a therapeutic intervention, the metacognitive training program, to address cognitive biases in schizophrenia. They showed that improving awareness of cognitive biases reduced positive symptomatology faster than cognitive remediation, and a similar training program could conceivably be developed for dementia patients.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank Isabelle Tremblay and Marie-Claude Blackburn for help in collecting the data. The information published in this manuscript has never been published elsewhere and the authors report no conflict of interest.

Table 1. Age, sex and education of the HC group (n = 120)

Age group	Education group	<i>N</i>	Age <i>M (SD)</i>	Education <i>M (SD)</i>	Sex (% male)
20-54	9-13	20	35.10 (10.23)	12.50 (0.95)	44
	14-21	20	32.90 (9.15)	16.55 (1.93)	50
55-69	9-13	20	62.70 (4.76)	11.80 (1.28)	50
	14-21	20	61.95 (3.79)	16.65 (2.06)	40
70-84	9-13	20	75.15 (4.23)	11.85 (1.18)	40
	14-21	20	73.25 (3.08)	16.70 (1.13)	45
Total		120	56.84 (18.11)	14.34 (2.73)	43

Table 2. Demographic characteristics and MoCA score of the subsample that underwent neuropsychological evaluation and AD participants

Variable	HC (<i>n</i> = 63)		AD (<i>n</i> = 24)	
	M (SD)	Range	M (SD)	Range
Age (years)	70.83 (5.68)	60-84	78.62 (5.98)	67-90
Education (years)	14.48 (2.94)	9-21	12.33 (3.52)	5-19
Sex (% male)	46%		50%	
MoCA	28 (1.39)	26-31	18 (4.35)	11-25

Table 3. Correlations between neuropsychological variables and Bias Index

	HC (<i>n</i> = 63)	AD (<i>n</i> = 24)
Similarities (WAIS-IV)	.49****	.42*
JAT	.27*	.24
Letter-Number Sequencing (WAIS-IV)	.26*	.24
CWIT- Color Naming (time)	-.34**	-.18
CWIT- Word Reading (time)	-.36***	-.30
CWIT – Inhibition (time)	-.15	-.39
Letter Cancellation Task (omissions)	-.04	-.13

Two-tailed Pearson correlations, **p* < .05, ** *p* < .01, *** *p* < .005, **** *p* < .001

Table 4. Neuropsychological variables by process system

	System 1 (<i>n</i> = 51)	System 2 (<i>n</i> = 12)	<i>t</i> (61)	Effect size (Cohen's <i>d</i>)
Age	71.63 (5.58)	67.42 (5.04)	2.394*	-0.79
Education	13.98 (2.71)	16.58 (3.06)	-2.923***	0.85
Bias Index	3.00 (1.11)	3.25 (0.97)	-.942, n.s	
Similarities (WAIS-IV)	25.73 (3.36)	28.50 (4.17)	-2.458*	0.66
JAT	8.98 (2.41)	10.75 (2.21)	-2.327*	0.80
Letter-Number Sequencing (WAIS-IV)	19.43 (2.98)	19.75 (1.91)	.353, n.s	
CWIT- Color Naming (time)	29.82 (4.96)	28.08 (3.34)	1.144, n.s	
CWIT- Word Reading (time)	21.35 (3.38)	21.33 (4.42)	.012, n.s	
CWIT – Inhibition	28.44 (9.27)	24.75 (7.31)	1.279, n.s	

Two-tailed independent t-tests, **p* < .05, *** *p* < .005

Table 5. Comparison of the AD group and the matched HC group

	Matched HC (N=24)	AD (N=24)	<i>t</i>	Effect size (Cohen's <i>d</i>)
Age	76.04 (3.81)	78.63 (5.98)	-1.786	
Education	13.33 (1.93)	12.33 (3.52)	1.220	
Sex (men/women)	14/10	12/12	.772 (χ^2)	
Bias index	2.50 (0.98)	1.75 (1.33)	2.229*	0.64
Similarities (WAIS-IV)	24.71 (3.22)	16.91 (5.08)	6.251****	1.83
JAT	8.18 (2.55)	3.81 (2.88)	5.575****	1.61
Letter-Number Sequencing (WAIS-IV)	18.42 (2.57)	12.08 (5.09)	5.442****	1.57
CWIT- Color Naming (time)	31.39 (4.94)	42.29 (10.58)	-4.309****	1.32
CWIT- Word Reading (time)	21.50 (2.84)	26.70 (5.03)	-4.289****	1.27
CWIT – Inhibition	27.78 (9.93)	69.59 (32.95)	-5.700****	1.72

Two-tailed independent t-tests, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .005$, **** $p < .001$

Appendix - Cognitive Biases

Casual Base Rate

Mark wants to buy a car and he is hesitating between two models that cost the same. He reads a car expert magazine and consults a website for consumers that rated car "A" as the best. However, one of his friends who had bought car "A" told him that it broke down and another friend who had bought car "B" told him that he had no problems with his car. Which car should Mark buy?

Gambler's fallacy

Simon is playing « heads or tails » and the coin fell on « tail » 5 times. On which side should the coin fall the next time: Head, tail or it is just as likely to fall on head as on tail?

Causation-correlation confusion

Diane read in a study that children who took horseback riding lessons had better marks in school than those who participated in other sports. Her son has a learning disability and he plays soccer. She decided to register him instead in a riding program. What kind of improvement in his marks can she expect to find after this change: no improvement, a moderate improvement or a big improvement?

Belief bias

I am going to read you three sentences. Tell me if the third sentence is a logical conclusion of the two previous sentences.

1. All vegetables are good for your health.
2. Broccoli is good for your health.

3. Broccoli is a vegetable.

Outcome bias

Part 1: John is 61 years old. He has liver cancer and can expect to live two more years. The mortality rate for the surgery is 5%. He decided to have the operation but died after the surgery. Please evaluate his decision to go ahead with the surgery: 1- an excellent decision, 2- a good decision, 3- this decision was just as good as a decision not to have the operation, 4- a bad decision, 5- a very bad decision.

Part 2: Andrew is 63 years old. He has liver cancer and can expect to live two more years. The mortality rate for the surgery is 15%. He decided to have the operation and survived. Please evaluate his decision to go ahead with the surgery: 1- an excellent decision, 2- a good decision, 3- this decision was just as good as a decision not to have the operation, 4- a bad decision, 5- a very bad decision.

3.6. REFERENCES

- Agarwal, S., & Mazumder, B. (2013). Cognitive Abilities and Household Financial Decision Making. *American Economic Journal: Applied Economics*, 5(1), 193-207. doi: 10.1257/app.5.1.193
- Andreou, C., Roesch-Ely, D., Veckenstedt, R., Bohn, F., Aghotor, J., Köther, U., . . . Moritz, S. (2013). Predictors of early stable symptomatic remission after an exacerbation of schizophrenia: The significance of symptoms, neuropsychological performance and cognitive biases. *Psychiatry Research*, 210(3), 729-734. doi: 10.1016/j.psychres.2013.08.019
- Arnett, J. J. (2000). Optimistic bias in adolescent and adult smokers and nonsmokers. *Addictive Behaviors*, 25(4), 625-632.
- Aron, A. R., Robbins, T. W., & Poldrack, R. A. (2004). Inhibition and the right inferior frontal cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(4), 170-177. doi: 10.1016/j.tics.2004.02.010
- Baron, J. (2007). *Thinking and Deciding* (4th ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bassiony, M. M., Steinberg, M. S., Warren, A., Rosenblatt, A., Baker, A. S., & Lyketsos, C. G. (2000). Delusions and hallucinations in Alzheimer's disease: prevalence and clinical correlates. *International journal of geriatric psychiatry*, 15(2), 99-107.
- Ben-Zeev, D., Morris, S., Swendsen, J., & Granholm, E. (2012). Predicting the occurrence, conviction, distress, and disruption of different delusional experiences in the daily life of people with schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 38(4), 826-837. doi: 10.1093/schbul/sbq167
- Bentall, R. P., Kinderman, P., & Kaney, S. (1994). The self, attributional processes and abnormal beliefs: towards a model of persecutory delusions. *Behaviour Research and Therapy*, 32(3), 331-341.
- Brown, J. K., Waltz, J. A., Strauss, G. P., McMahon, R. P., Frank, M. J., & Gold, J. M. (2013). Hypothetical decision making in schizophrenia: the role of expected value computation and "irrational" biases. *Psychiatry Research*, 209(2), 142-149. doi: 10.1016/j.psychres.2013.02.034
- Bugg, J. M., Zook, N. A., DeLosh, E. L., Davalos, D. B., & Davis, H. P. (2006). Age differences in fluid intelligence: contributions of general slowing and frontal decline. *Brain and Cognition*, 62(1), 9-16. doi: 10.1016/j.bandc.2006.02.006
- Buonocore, M., Bosia, M., Riccaboni, R., Bechi, M., Spangaro, M., Piantanida, M., . . . Cavallaro, R. (2015). Combined neurocognitive and metacognitive rehabilitation in schizophrenia: Effects on bias against disconfirmatory evidence. *European psychiatry : the journal of the Association of European Psychiatrists*, 30(5), 615-621. doi: 10.1016/j.eurpsy.2015.02.006

- Campitelli, G., & Gerrans, P. (2014). Does the cognitive reflection test measure cognitive reflection? A mathematical modeling approach. *Memory & Cognition*, 42(3), 434-447. doi: 10.3758/s13421-013-0367-9
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- De Neys, W., Vartanian, O., & Goel, V. (2008). Smarter than we think: when our brains detect that we are biased. *Psychological Science*, 19(5), 483-489. doi: 10.1111/j.1467-9280.2008.02113.x
- Delis, D., & Kaplan, E. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function Battery*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Deppe, M., Schwindt, W., Kramer, J., Kugel, H., Plassmann, H., Kenning, P., & Ringelstein, E. B. (2005). Evidence for a neural correlate of a framing effect: bias-specific activity in the ventromedial prefrontal cortex during credibility judgments. *Brain Research Bulletin*, 67(5), 413-421. doi: 10.1016/j.brainresbull.2005.06.017
- Escudier, F., Léveillé, E., Charbonneau, S., Cole, J., Hudon, C., Bédirian, V., Scherzer, P. Evaluating Decision Making: Validation and Regression-Based Normative Data of the Judgment Assessment Tool. Submitted to Archives of Clinical Neuropsychology.
- Evans, J. S. (2002). Logic and human reasoning: an assessment of the deduction paradigm. *Psychological bulletin*, 128(6), 978-996.
- Evans, J. S. (2003). In two minds: dual-process accounts of reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(10), 454-459.
- Evans, J. S., & Stanovich, K. E. (2013). Dual-Process Theories of Higher Cognition: Advancing the Debate. *Perspectives on Psychological Science : a journal of the Association for Psychological Science*, 8(3), 223-241. doi: 10.1177/1745691612460685
- Falcone, M. A., Murray, R. M., O'Connor, J. A., Hockey, L. N., Gardner-Sood, P., Di Forti, M., . . . Jolley, S. (2015). Jumping to conclusions and the persistence of delusional beliefs in first episode psychosis. *Schizophrenia Research*, 165(2-3), 243-246. doi: 10.1016/j.schres.2015.04.019
- Frederick, S. (2005). Cognitive reflection and decision making. *Journal of Economic Perspectives*, 19(4), 25-42.
- Frey, M. C., & Detterman, D. K. (2004). Scholastic Assessment or g? The relationship between the Scholastic Assessment Test and general cognitive ability. *Psychological Science*, 15(6), 373-378. doi: 10.1111/j.0956-7976.2004.00687.x
- Fry, A. F., & Hale, S. (2000). Relationships among processing speed, working memory, and fluid intelligence in children. *Biological Psychology*, 54(1-3), 1-34.
- Garety, P. A., Bebbington, P., Fowler, D., Freeman, D., & Kuipers, E. (2007). Implications for neurobiological research of cognitive models of psychosis: a

- theoretical paper. *Psychological Medicine*, 37(10), 1377-1391. doi: 10.1017/s003329170700013x
- Goel, V., & Dolan, R. J. (2003). Explaining modulation of reasoning by belief. *Cognition*, 87(1), B11-22.
- Graffeo, M., Polonio, L., & Bonini, N. (2015). Individual differences in competent consumer choice: the role of cognitive reflection and numeracy skills. *Frontiers in Psychology*, 6, 844. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00844
- Harris, A. J., Corner, A., & Hahn, U. (2009). Estimating the probability of negative events. *Cognition*, 110(1), 51-64. doi: 10.1016/j.cognition.2008.10.006
- Henrich, J., Heine, S. J., & Norenzayan, A. (2010). The weirdest people in the world? *The Behavioral and Brain Sciences*, 33(2-3), 61-83; discussion 83-135. doi: 10.1017/s0140525x0999152x
- Jolley, S., Thompson, C., Hurley, J., Medin, E., Butler, L., Bebbington, P., . . . Garety, P. (2014). Jumping to the wrong conclusions? An investigation of the mechanisms of reasoning errors in delusions. *Psychiatry Research*, 219(2), 275-282. doi: 10.1016/j.psychres.2014.05.051
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*. New-York: Farrar, Straus and Giroux.
- Kail, R., & Salthouse, T. A. (1994). Processing speed as a mental capacity. *Acta Psychologica*, 86(2-3), 199-225. doi: 10.1016/0001-6918(94)90003-5
- Kalis, A., Mojzisch, A., Schweizer, T. S., & Kaiser, S. (2008). Weakness of will, akrasia, and the neuropsychiatry of decision making: an interdisciplinary perspective. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 8(4), 402-417. doi: 10.3758/cabn.8.4.402
- Klaczynski, P. A., & Robinson, B. (2000). Personal Theories, Intellectual Ability, and Epistemological Beliefs: Adult Age Differences in Everyday Reasoning Biases. *Psychology and Aging*, 15, 400-416.
- Mastrogiorgio, A. (2015). Commentary: Cognitive reflection vs. calculation in decision making. *Frontiers in Psychology*, 6, 936. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00936
- McCusker, C. G. (2001). Cognitive biases and addiction: an evolution in theory and method. *Addiction*, 96(1), 47-56. doi: 10.1080/09652140020016950
- McKhann, G. M., Knopman, D. S., Chertkow, H., Hyman, B. T., Jack Jr, C. R., Kawas, C. H., . . . Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of dementia due to Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's and Dementia*, 7(3), 263-269.
- Moritz, S., & Woodward, T. S. (2007). Metacognitive training in schizophrenia: from basic research to knowledge translation and intervention. *Current Opinion in Psychiatry*, 20(6), 619-625. doi: 10.1097/YCO.0b013e3282f0b8ed
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., . . . Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment,

- MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53, 695-699.
- Pennycook, G., Cheyne, J. A., Koehler, D. J., & Fugelsang, J. A. (2015). Is the cognitive reflection test a measure of both reflection and intuition? *Behavior Research Methods*. doi: 10.3758/s13428-015-0576-1
- Reyna, V. F., & Farley, F. (2006). Risk and Rationality in Adolescent Decision Making: Implications for Theory, Practice, and Public Policy. *Psychological Science in the Public Interest : a journal of the American Psychological Society*, 7(1), 1-44. doi: 10.1111/j.1529-1006.2006.00026.x
- Ryan, J. J., Sattler, J. M., & Lopez, S. J. (2000). Age Effects on Wechsler Adult Intelligence Scale-III Subtests. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 15(4), 311-317. doi: 10.1016/S0887-6177(99)00019-0
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103(3), 403-428.
- Scarmeas, N., Brandt, J., Albert, M., Hadjigeorgiou, G., Papadimitriou, A., Dubois, B., ... Marder, K. (2005). Delusions and hallucinations are associated with worse outcome in Alzheimer disease. *Archives of Neurology*, 62(10), 1601-1608.
- Simon, H. A. (1992). What Is an "Explanation" of Behavior? *Psychological Science*, 3(3), 150-161. doi: 10.1111/j.1467-9280.1992.tb00017.x
- Sinayev, A., & Peters, E. (2015). Cognitive reflection vs. calculation in decision making. *Frontiers in Psychology*, 6, 532. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00532
- Stanovich, K. E., & West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning: implications for the rationality debate? *The Behavioral and Brain Sciences*, 23(5), 645-665; discussion 665-726.
- Teovanović, P., Knežević, G., & Stankov, L. (2015). Individual differences in cognitive biases: Evidence against one-factor theory of rationality. *Intelligence*, 50, 75-86. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.intell.2015.02.008>
- Toplak, M. E., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2011). The Cognitive Reflection Test as a predictor of performance on heuristics-and-biases tasks. *Memory & Cognition*, 39(7), 1275-1289.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: heuristics and biases. Biases in judgments reveal some heuristics of thinking under uncertainty. *Science*, 185(4157), 1124-1131.
- van der Gaag, M., Schütz, C., ten Napel, A., Landa, Y., Delespaul, P., Bak, M., . . . de Hert, M. (2013). Development of the Davos Assessment of Cognitive Biases Scale (DACOBS). *Schizophrenia Research*, 144(1-3), 63-71. doi: 10.1016/j.schres.2012.12.010
- Van Marwijk, H. W., Wallace, P., de Bock, G. H., Hermans, J. O., & Mulder, J. D. (1995). Evaluation of the feasibility, reliability and diagnostic value of shortened versions of the geriatric depression scale. *The British Journal of General Practice*, 45(393), 195.

- Wang, M., Gamo, N. J., Yang, Y., Jin, L. E., Wang, X. J., Laubach, M., . . . Arnsten, A. F. (2011). Neuronal basis of age-related working memory decline. *Nature*, 476(7359), 210-213. doi: 10.1038/nature10243
- Wechsler, D. (2010). *Échelle d'intelligence de Wechsler pour adultes, quatrième édition (WAIS-IV) - Version Canadienne Francophone*. Toronto: PsychCorp.
- Weintraub, S., & Mesulam, M. M. (1985). Mental state assessment of young and elderly adults in behavioral neurology. In M. M. Mesulam (Ed.), *Principles of behavioral neurology*. (pp. 71-123). Philadelphia: Davis Company.
- Welsh, M., Burns, N., & Delfabbro, P. (2013). The Cognitive Reflection Test: how much more than numerical ability. In *Proceedings of the 35th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 1587-1592). Austin, TX: Cognitive Science Society.
- West, R. F., Toplak, M. E., & Stanovich, K. E. (2008). Heuristics and biases as measures of critical thinking: Associations with cognitive ability and thinking dispositions. *Journal of Educational Psychology*, 100(4), 930-941. doi: 10.1037/a0012842
- Woodward, T. S., Moritz, S., Cuttler, C., & Whitman, J. C. (2006). The contribution of a cognitive bias against disconfirmatory evidence (BADE) to delusions in schizophrenia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28(4), 605-617. doi: 10.1080/13803390590949511

CHAPITRE IV

DISCUSSION GENERALE

La plupart des chercheurs dans le domaine de la prise de décision soutiennent que les décisions anodines ou sous pression de temps sont prises en utilisant le « Système 1 », un système de traitement intuitif qui utilise des heuristiques pour faciliter et accélérer la prise de décision mais qui est victime de biais cognitifs. Les décisions importantes seraient au contraire prises par le « Système 2 », un système de traitement analytique où l'on passe à travers un processus de jugement avant d'arriver à une décision (Kahneman, 2011). Ces systèmes ont été très étudiés dans des disciplines telles que la psychologie, la philosophie ou l'économie (Kahneman, 2003; Sanfey, Loewenstein, McClure, & Cohen, 2006; Slovic, Peters, Finucane, & MacGregor, 2005), mais peu en neuropsychologie. En conséquence, peu de données sont disponibles sur les corrélats cognitifs de ces systèmes et aucun test de jugement n'ayant de bonnes qualités psychométriques n'a été publié.

La première étude visait donc à développer et valider un test de jugement clinique avec de bonnes qualités psychométriques ainsi qu'à fournir des données normatives pour les adultes de tout âge. Comme cette fonction est peu connue, les objectifs secondaires de cette étude étaient d'analyser ses corrélats cognitifs et de mieux comprendre ses liens avec les variables démographiques.

La deuxième étude visait à étudier le Système 1 par les biais cognitifs qu'il suscite, une approche couramment utilisée dans le domaine de la prise de décision (Baron, 2007; Toplak, West, & Stanovich, 2011). Cette étude visait donc à explorer l'effet des variables démographiques sur les biais ainsi qu'à analyser les fonctions cognitives qui leurs sont corrélées chez des personnes sans et avec atteinte cognitive.

4.1. Les qualités psychométriques du *Judgment Assessment Tool (JAT)*

Parmi les tests de jugement ayant été publiés à ce jour (NCSE-JQ, ILS-PS, NAB-JDG, TOP-J, KPT), aucun ne s'appuie sur les modèles théoriques du processus de jugement, ni ne possède de qualités psychométriques satisfaisantes (NCSE-JQ: Kiernan et al., 1987; ILS-PS: Loeb, 1996; KPT: Mansbach et al., 2014; TOP-J: Rabin et al., 2007; NAB-JDG: Stern & White, 2003). Le test développé lors de l'étude 1, le JAT, répond cependant à cette lacune puisqu'il a été développé en se basant sur l'un des principaux modèles de prise de décision (Fellows, 2004; Kalis et al., 2008), lequel divise le processus de jugement en deux étapes (la génération de solutions et l'évaluation de solutions) qui correspondent aux deux sections du test. Le JAT possède également de bonnes qualités psychométriques. En effet, la cohérence interne du JAT est plus élevée que celles des autres tests de jugement, la fidélité temporelle est bonne et l'accord inter-juge est excellent.

La validité de construit du JAT est également supérieure aux autres tests. Ainsi, la performance à ce test de jugement corrèle avec des mesures de raisonnement, de fluence verbale et de mémoire de travail chez les patients DTA ainsi que chez les personnes sans atteinte cognitive, même après avoir contrôlé pour les effets des variables démographiques dans ce deuxième groupe. Le fait que les mêmes variables neuropsychologiques corrélaient avec la performance au JAT pour les deux groupes démontre une forte validité de construit et constitue un avantage par rapport aux autres tests. En effet, les chercheurs ayant développé les autres tests de jugement ont

utilisé des groupes qui rassemblaient des patients sans atteinte cognitive avec des groupes cliniques, ou ont utilisé seulement des groupes cliniques, ce qui a augmenté artificiellement les corrélations entre leurs tests et les variables neuropsychologiques. Nous avons analysé les corrélations du TOP-J avec notre groupe sans atteinte cognitive et il s'est avéré que ce test ne corrélait qu'à un seul test neuropsychologique de notre batterie, le sous test « Similitudes » du WAIS-IV (Wechsler, 2010). Au contraire, dans l'article de validation de ce test de jugement, les auteurs avaient conclu qu'il corrélait avec des mesures de mémoire à long terme, de connaissances et de fluence verbale (des mesures également incluses dans notre batterie), mais en utilisant un seul groupe rassemblant des personnes sans atteinte cognitive avec des personnes ayant un TCL amnésique ou une DTA (Rabin et al., 2007).

Un autre résultat important de notre étude de validation est que les données du JAT étaient normalement distribuées à la fois au sein du groupe sans atteinte cognitive et du groupe DTA. Nous avons donc réussi à éviter une erreur commune des tests de jugement, soit d'être d'un niveau de difficulté trop faible et en conséquence d'avoir un effet plafond avec des participants sans atteinte cognitive comme c'est le cas du TOP-J et du NCSE-JQ (Christie et al., 2006; Rabin et al., 2007). Il n'a pas été rapporté de données sur la courbe de distribution des scores des participants témoins au NAB-JDG et à l'ILS-PS mais des problèmes de sensibilité ont été rapportés pour détecter des difficultés dans des groupes ayant des atteintes cognitives légères (Loeb, 1996; Stern & White, 2003), ce qui laisse supposer un problème d'effet plafond.

L'article du seul test restant, le KPT, n'a pas étudié les résultats sur un groupe sans atteinte cognitive (Mansbach et al., 2014). Cependant, il est probable que ce test ait lui aussi un effet plafond étant donné que les items du test ne concernent que des questions relatives à des problèmes de sécurité élémentaires. Conséquemment, le JAT est le seul test adapté à des personnes présentant des atteintes cognitives légères telles qu'un TCL ou possédant un haut niveau de fonctionnement. Ceci ne l'empêche pas d'être également adapté aux populations ayant des atteintes cognitives plus

importantes puisqu'il n'a pas été relevé d'effet plancher dans les performances du groupe de participants DTA.

Enfin, cette étude 1 portant sur la validation du JAT fournit des données normatives pour des adultes de 20 à 84 ans. Ceci constitue un point fort du test car la majorité des tests de jugement sont construits pour les personnes âgées (ILS-PS, TOP-J, KPT). En conséquence leurs auteurs ont utilisé des scénarios reflétant des problèmes rencontrés spécifiquement par cette population et n'ont fourni des données de référence que pour cette tranche d'âge.

4.2. Les fonctions cognitives sous jacentes au jugement et aux biais

Les études neuropsychologiques sur la génération et l'évaluation de solutions à des problèmes de la vie quotidienne sont extrêmement rares. En effet, il n'existe tout simplement presque aucune étude sur la génération de solutions. De plus, les études sur l'évaluation ne concernent pas des problèmes de la vie quotidienne mais utilisent des tâches non écologiques telles que le *Iowa Gambling Task* (Bechara et al., 1994), qui mesure uniquement l'évaluation de probabilité et la prise de risque. En ce sens, les données des corrélations des performances au JAT avec les tests neuropsychologiques constituent un apport important à la littérature pour mieux comprendre ces fonctions.

L'analyse factorielle du JAT n'a révélé qu'un seul facteur pour les deux sections du test, la génération et l'évaluation de solutions. De façon théorique, on peut inférer que ces deux sections requièrent toutes les deux de générer des informations récupérées en mémoire à long terme ou produites grâce à des capacités de raisonnement logique et de créativité. Les corrélations avec les tests neuropsychologiques ont effectivement montré une corrélation de ces deux sections avec des mesures de fluence verbale, de raisonnement abstrait et de mémoire de travail, une fonction qui sous-tend le raisonnement puisqu'elle permet la manipulation mentale d'informations (Colom,

Rebollo, Palacios, Juan-Espinosa, & Kyllonen, 2004). On peut penser que la première section de génération requiert davantage de créativité que la deuxième section d'évaluation, mais que cette différence n'est pas assez marquée pour les différencier statistiquement. Cette hypothèse ne repose cependant que sur les modèles théoriques (Kalis et al., 2008), aucune autre étude n'ayant testé cette corrélation.

Ces corrélations sont consistantes avec celles des rares études ayant mesurées les corrélats cognitifs du jugement dans la vie quotidienne (Channon & Crawford, 1999; Kaiser et al., 2013). L'étude de Kaiser et al. (2013) a également trouvé une corrélation entre la génération de solution et la mémoire à long terme, ce qui n'a pas été mis en évidence dans notre étude. Cependant, il existe une différence importante entre notre tâche et celle utilisée par l'équipe de Kaiser puisque nos participants disposaient de beaucoup plus de temps de génération (deux minutes pour les solutions et sans limite pour les avantages et inconvénients contre huit secondes dans l'étude menée par Kaiser). Les résultats de ces deux études laissent à penser que les premières solutions (ou avantages et inconvénients) sont d'abord générées en récupérant des solutions (ou avantages et inconvénients) stockées en mémoire à long terme et qu'elles sont seulement dans un deuxième temps générées grâce à des capacités de raisonnement logique ou de créativité. Étant donné que les participants disposaient d'un long délai de génération dans notre étude, il aurait été intéressant que l'on divise les réponses données par les participants par intervalle de temps (par exemple 15 secondes) puis que l'on explore si les solutions données suivant les différents intervalles de temps corrôlaient différemment sur des mesures de mémoire à long terme, raisonnement et créativité.

L'étude 2 a montré que la résistance aux biais cognitifs était corrôlée aux capacités de raisonnement et de vitesse de traitement. Bien que la corrélation positive avec la vitesse de traitement puisse paraître surprenante au premier abord, notamment car c'est par un style de traitement analytique et lent que l'on réussit à résister aux biais

(Kahneman, 2011), il est important de noter ici que la corrélation était entre la performance aux tâches de biais et la vitesse de traitement dans des tests neuropsychologiques. Si nous avions mesuré le temps de traitement pour résoudre les biais et que nous l'avions corrélée à l'exactitude des réponses, il est probable que la corrélation aurait été inversée et donc qu'un temps de traitement rapide aurait été associé à une moins bonne performance aux tâches de biais. La corrélation entre la résistance aux biais et la capacité à traiter rapidement des informations pourrait s'expliquer par le fait qu'un traitement rapide permet d'améliorer les capacités de manipulation de l'information en mémoire de travail et facilite le raisonnement (Fry & Hale, 2000; Kail & Salthouse, 1994; Salthouse, 1996)..

Nous avons également vu dans l'étude 2 que la préférence du style de traitement d'un individu (analytique vs intuitif) ne semble pas prédire la résistance aux biais bien que ceci ne puisse pas être affirmé avec certitude étant donné que le test utilisé pour mesurer cette préférence, le « *Cognitive Reflection Test* » (Frederick, 2005), comporte certaines faiblesses (Graffeo, Polonio, & Bonini, 2015; Sinayev & Peters, 2015). Cette étude a démontré l'intérêt d'évaluer la résistance aux biais cognitifs chez des personnes ayant des difficultés de raisonnement ou d'inhibition. Une prochaine étude de validation d'un outil d'évaluation des biais cognitifs pourrait être menée en utilisant les biais cognitifs utilisés dans cette étude et en ajoutant des items supplémentaires.

Lorsque nous considérons les résultats de ces deux études, il apparaît que le raisonnement constitue la fonction la plus essentielle de la prise de décision puisque c'est la variable la plus corrélée à la fois aux habiletés de jugement et à la résistance aux biais. Lorsqu'un neuropsychologue est confronté à un patient éprouvant des difficultés de raisonnement, il devrait donc automatiquement se questionner sur ses capacités de prise de décision.

4.3. L'évaluation de solutions au delà de leurs avantages et inconvénients

Concernant l'évaluation de solutions, nous avons choisi de mesurer cette habileté en mesurant la capacité d'identifier les avantages et inconvénients d'alternatives car c'est essentiellement sur cette comparaison de pour et contre que reposent nos décisions (Baron, 2007). Ce n'est cependant pas la seule habileté impliquée puisqu'il faut également estimer la probabilité d'occurrence de ces avantages et inconvénients (Bar-Hillel & Budescu, 1995; Harris et al., 2009) et posséder des habiletés de calcul numérique suffisantes pour comparer des alternatives comportant des données quantitatives (Finucane & Gullion, 2010). Bien que ce manquement constitue certainement une faiblesse du JAT, il n'aurait cependant pas été possible de valider davantage de composantes reliées à la prise de décision dans cette étude. Ces dernières devront donc faire l'objet d'autres projets de recherche.

Pour parer à l'absence de mesure des habiletés de calcul numérique et de raisonnement mathématique, les neuropsychologues peuvent utiliser des outils validés pour mesurer ces fonctions tel que le sous-test d'arithmétique du WAIS-IV (Wechsler, 2010). Cependant, nous estimons que cette évaluation n'est pas obligatoire pour pouvoir se prononcer sur les habiletés de jugement d'un patient. Tout d'abord, parce que seule une minorité de nos décisions impliquent de devoir manipuler des données numériques et ensuite, parce que la simple utilisation d'une calculatrice pourrait permettre de remédier à une faiblesse des habiletés de calcul et ne pas avoir d'impact dans la vie quotidienne.

La capacité à estimer des probabilités semble plus essentielle au processus de jugement. Malheureusement, les rares études qui ont été publiées sur l'estimation de fréquences d'événements pour comprendre comment se forment les prédictions ont été faites en tant que recherche exploratoire et aucune étude n'a publié les qualités psychométriques de la tâche utilisée (d'Acremont, Schultz, & Bossaerts, 2013; Griffiths & Tenenbaum, 2006; Harris et al., 2009; Lewandowsky, Griffiths, & Kalish,

2009; Wallsten, Fillenbaum, & Cox, 1986). Ces tests ne sont donc pas utilisables en neuropsychologie clinique et un test d'estimation de probabilité d'événements devrait donc être développé. Cependant, comme les connaissances sont limitées sur ce sujet, il serait probablement prématuré d'essayer de construire un test ayant une bonne validité de contenu en s'appuyant sur la littérature scientifique publiée à ce jour. L'estimation cognitive générale contient davantage de littérature et plusieurs tests ont été développés pour l'étudier (Bullard et al., 2004; Shallice & Evans, 1978; Spencer & Johnson-Greene, 2009; Wallsten et al., 1986). Cependant, ces estimations concernent souvent des caractéristiques d'objets concrets, tel que leur poids ou dimension, ou d'autres types d'estimation, telle que les prix ou la vitesse. Il est possible que ces types d'estimation partagent des caractéristiques communes avec l'estimation d'événements, mais ceci n'a pas encore été étudié dans la littérature.

4.4. L'impact des variables démographiques

Nos deux études ont révélé que l'âge avait un effet négatif sur le jugement et la résistance aux biais tandis que les années de scolarité étaient corrélées positivement à ces fonctions. La corrélation positive entre la scolarité et le jugement est consistant avec les études publiées dans la littérature (Mansbach et al., 2014; Rabin et al., 2007; Woods et al., 2000). La corrélation négative entre l'âge et le jugement est inconsistante dans la littérature, plusieurs études n'ayant pas trouvé d'effet d'âge, mais les effets plafonds de ces tests avec les participants sans atteinte cognitive pourraient causer un manque de sensibilité à identifier cet effet d'âge (Rabin et al., 2007; Woods et al., 2000). Concernant la résistance aux biais, à notre connaissance notre étude est la première à avoir testé les effets des variables démographiques sur la performance de la population générale à une série de biais cognitifs. En effet, les autres études ont soit analysé les biais en utilisant un échantillon non représentatif de la population puisque constituée seulement d'étudiants universitaires (Frederick, 2005; Sinayev & Peters, 2015; Toplak et al., 2011), ou soit étudié un seul biais

spécifique en profondeur en faisant varier certaines de ses caractéristiques pour mieux comprendre ses mécanismes.

Ces résultats laissent à penser que les personnes souffrant de troubles liés au vieillissement tels que les démences sont particulièrement à risque d'avoir une atteinte des capacités de prise de décision puisqu'elles cumulent à la fois les effets de l'âge, parfois d'une faible scolarité, et de troubles cognitifs.

4.5. L'évaluation du jugement en contexte clinique

Bien que l'étude 1 montre que JAT possède une bonne validité de construit pour évaluer le jugement, donc la génération et l'évaluation de solutions, l'étude 2 montre pour sa part qu'il faut également être vigilant aux biais cognitifs qui pourraient interférer avec les capacités de prise de décision.

La littérature montre également que d'autres fonctions ou variables peuvent nuire à la prise de décision. Par exemple, un déficit de compréhension pourrait nuire à l'interprétation que l'individu se fait de la situation problématique. Il pourrait même ne pas s'apercevoir qu'il a un problème et il n'utilisera donc pas ses capacités de jugement pour le résoudre (Baron, 2007). De la même façon, l'autocritique est également essentielle (Gambina et al., 2014). Si un patient est anosognosique, il pourrait générer et choisir des solutions que ses déficits ne lui permettraient pas de réaliser. Un trouble anxieux pourrait également affecter le jugement puisque l'anxiété est corrélée avec une surestimation des risques et de leur probabilité (Butler & Mathews, 1983).

Bien que l'étude de l'initiation de l'action n'était pas dans les objectifs de la présente thèse, en pratique clinique, le neuropsychologue ne devra pas oublier d'investiguer les variables qui pourraient mettre en échec l'exécution de la solution choisie. On peut notamment penser qu'une solution pourrait ne pas être exécutée au moment

opportun en raison d'un déficit de mémoire prospective. Un certain niveau d'apathie pourrait également limiter la mise en place de ces solutions. Enfin, un déficit de planification pourrait engendrer une mauvaise exécution de la solution choisie, cette dernière pourrait alors ne pas avoir les conséquences escomptées.

4.6. Limites

Une limite de cette recherche est qu'elle n'aborde pas l'ensemble des variables pouvant affecter la prise de décision. Ces variables étant à la fois très nombreuses et de nature différentes (cognitives, émotionnelles, psychiatriques), il n'aurait pas été possible de couvrir toutes ces littératures dans la présente thèse. Il n'est également pas réaliste de penser qu'un seul test puisse permettre de statuer sur la capacité de prise de décision dans sa globalité. Le test que nous avons développé permet d'évaluer les habiletés de jugement, soit la génération et l'évaluation de solutions. Un test souhaitant évaluer la prise de décision dans sa globalité s'apparenterait davantage à une batterie puisqu'il faudrait qu'il évalue un ensemble de fonctions. On peut penser qu'une évaluation neuropsychologique classique, soit qui évalue l'ensemble des principales fonctions cognitives, peut remplir ce rôle là tant que le neuropsychologue est sensibilisé aux fonctions qui peuvent interférer avec la prise de décision puisque c'est cette connaissance qui lui permettra d'effectuer les bonnes interprétations sur les capacités de prises de décision de son patient.

Une deuxième limite de notre étude concerne la validation du JAT car nous avons sélectionné des participants ayant complété au moins neuf années de scolarité. Bien que ce nombre minimal d'années complétées semble adéquat pour les jeunes adultes, il n'est par contre pas rare que les adultes les plus âgés n'aient complété que six années de primaire. Notre étude a l'avantage de fournir des données normatives basées sur une équation de régression qui prédit un score attendu pour un âge et une scolarité donné. On peut donc penser que l'équation pourrait prédire un score pour six

années de scolarité. Cependant le score prédit pour une telle scolarité est une prédiction basée sur l'effet de la scolarité étudié seulement entre neuf et 21 ans de scolarité. Il est donc possible que cet effet ne soit pas linéaire en deçà de neuf ans de scolarité et donc que le score prédit par l'équation de régression ne soit pas tout à fait exact pour ce patient.

Une autre limite de notre étude est que nous n'avons pas utilisé de mesures pour évaluer la validité externe du JAT. Il serait en effet important de déterminer dans quelle mesure les atteintes de jugement détectées par le JAT se traduisent par des atteintes fonctionnelles dans les choix et les prises de décisions des individus dans leur vie quotidienne. Ceci pourrait être investigué en corrélant les résultats au JAT avec des questionnaires mesurant la prise de décision dans la vie quotidienne tel que le « Decision Outcome Inventory » publié par (Bruine de Bruin, Parker, & Fischhoff, 2007).

4.7. Perspectives

L'étude 1 a montré que le jugement est une fonction exécutive de haut niveau, reposant sur plusieurs fonctions telles que le raisonnement, la mémoire de travail et la fluidité verbale. Le JAT est donc un outil particulièrement pertinent pour l'évaluation de populations avec des atteintes cognitives discrètes telles que les TCL. Étant donné que les tests neuropsychologiques manquent souvent de sensibilité pour détecter des atteintes chez ces populations, il serait indiqué d'effectuer une étude sur leurs performances au JAT afin de déterminer si ce test détient réellement une meilleure sensibilité que les tests existant pour détecter des atteintes exécutives. Si tel est le cas, le JAT pourrait alors contribuer au développement de nouveaux marqueurs de diagnostic précoce de ces patients. Il serait également pertinent d'effectuer une étude longitudinale avec ces populations afin de déterminer le pouvoir prédictif du JAT à détecter les individus ayant un TCL qui développeront ensuite une démence.

L'étude 2 a montré que les patients ayant une DTA de niveau léger ont significativement plus de biais cognitifs que les personnes sans atteinte cognitive, d'âge et de scolarité comparable. Étant donné que les biais sont associés à des délires, lesquels sont corrélés avec un moins bon pronostic dans la maladie d'Alzheimer, il serait utile de développer et normaliser un test de biais cognitifs pour que ces derniers soient évalués par les neuropsychologues en pratique clinique, ce qui n'est pas le cas actuellement.

L'étude 2 a également permis d'identifier les fonctions cognitives qui sont corrélées à la résistance aux biais chez des individus sains ainsi que les fonctions corrélées avec ces biais chez des patients ayant des atteintes cognitives, ce qui permet de mieux comprendre leur émergence. Ces résultats pourraient donc contribuer à développer un programme d'entraînement métacognitif pour améliorer la résistance aux biais chez les populations à risque, ces biais pouvant altérer significativement le jugement et la prise de décision.

CONCLUSION

Les résultats de la présente thèse démontrent que le *Judgment Assessment Tool* constitue un test valide et fidèle pour évaluer le jugement chez les adultes. Ce test est basé sur les modèles théoriques du jugement et possède une bonne cohérence interne, une solide validité de construit, une bonne fidélité temporelle et un excellent accord inter-juge. De plus, les performances sont normalement distribuées chez des personnes sans atteintes cognitives. Conséquemment, le JAT s'avère sensible pour estimer le caractère normal vs anormal du jugement, comme cela a été démontré avec des patients atteints d'une DTA légère.

Cette thèse a également démontré que le raisonnement, la mémoire de travail et la fluence verbale sont les fonctions cognitives sous-jacentes aux habiletés de jugement tandis que la résistance aux biais est supportée par les habiletés de raisonnement et la vitesse de traitement de l'information. De plus, il s'est avéré que l'atteinte des capacités d'inhibition diminuait cette résistance aux biais chez une population clinique. Enfin, nous avons montré que le niveau de scolarité est corrélé positivement à la fois aux habiletés de jugement et à la résistance aux biais tandis que l'âge a un effet délétère sur ces deux fonctions.

REFERENCES

- Appelbaum, P. S., & Grisso, T. (1988). Assessing patients' capacities to consent to treatment. *New England Journal of Medicine*, 319(25), 1635-1638.
- Bar-Hillel, M., & Budescu, D. (1995). The elusive wishful thinking effect. *Thinking & Reasoning*, 1(1), 71-103.
- Baron, J. (2007). *Thinking and Deciding* (4th ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bayes, T. (1763). An Essay towards solving a Problem in the Doctrine of Chances. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 53, 370-418.
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50(1-3), 7-15.
- Bisbing, T. A., Olm, C. A., McMillan, C. T., Rascovsky, K., Baehr, L., Ternes, K., . . . Grossman, M. (2015). Estimating frontal and parietal involvement in cognitive estimation: a study of focal neurodegenerative diseases. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9. doi: 10.3389/fnhum.2015.00317
- Bruine de Bruin, W., Parker, A. M., & Fischhoff, B. (2007). Individual differences in adult decision-making competence. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92(5), 938-956. doi: 10.1037/0022-3514.92.5.938
- Bullard, S. E., Fein, D., Gleeson, M. K., Tischer, N., Mapou, R. L., & Kaplan, E. (2004). The Biber cognitive estimation test. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19(6), 835-846.
- Butler, G., & Mathews, A. (1983). Cognitive processes in anxiety. *Advances in Behaviour Research and Therapy*, 5(1), 51-62.
- Cardall, A. J. (1942). *Preliminary manual for the test of practical judgment*. Chicago: Science Research Associates.

- Channon, S., & Crawford, S. (1999). Problem-solving in real-life-type situations: the effects of anterior and posterior lesions on performance. *Neuropsychologia*, 37(7), 757-770.
- Christie, J. D., Biester, R. C., Taichman, D. B., Shull Jr, W. H., Hansen-Flaschen, J., Shea, J. A., & Hopkins, R. O. (2006). Formation and validation of a telephone battery to assess cognitive function in acute respiratory distress syndrome survivors. *Journal of Critical Care*, 21(2), 125-132. doi: 10.1016/j.jcrc.2005.11.004
- Colom, R., Rebollo, I., Palacios, A., Juan-Espinosa, M., & Kyllonen, P. C. (2004). Working memory is (almost) perfectly predicted by g. *Intelligence*, 32(3), 277-296. doi: 10.1016/j.intell.2003.12.002
- d'Acremont, M., Schultz, W., & Bossaerts, P. (2013). The human brain encodes event frequencies while forming subjective beliefs. *The Journal of Neuroscience*, 33(26), 10887-10897.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes's Error*. NY: Putnam.
- Dietrich, A. (2004). The cognitive neuroscience of creativity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(6), 1011-1026.
- Dietrich, A., & Kanso, R. (2010). A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight. *Psychological bulletin*, 136(5), 822.
- Drane, D. L., & Osato, S. S. (1997). Using the Neurobehavioral Cognitive Status Examination as a screening measure for older adults. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 12(2), 139-143.
- Duke, L. M., & Kaszniak, A. W. (2000). Executive control functions in degenerative dementias: A comparative review. *Neuropsychology review*, 10(2), 75-99.
- Epstein, S. (1994). Integration of the cognitive and the psychodynamic unconscious. *American Psychologist*, 49(8), 709-724.
- Ernst, M., Nelson, E. E., McClure, E. B., Monk, C. S., Munson, S., Eshel, N., . . . Pine, D. S. (2004). Choice selection and reward anticipation: an fMRI study. *Neuropsychologia*, 42(12), 1585-1597. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2004.05.011
- Evans, J. S. (1984). Heuristic and analytic processes in reasoning. *British Journal of Psychology*(75), 451-468.

- Evans, J. S. (2003). In two minds: dual-process accounts of reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(10), 454-459.
- Evans, J. S. (2008). Dual-processing accounts of reasoning, judgment, and social cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 255-278. doi: 10.1146/annurev.psych.59.103006.093629
- Fellows, L. K. (2004). The cognitive neuroscience of human decision making: a review and conceptual framework. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3(3), 159-172. doi: 10.1177/1534582304273251
- Fink, A., Grabner, R. H., Benedek, M., Reishofer, G., Hauswirth, V., Fally, M., . . . Neubauer, A. C. (2009). The creative brain: Investigation of brain activity during creative problem solving by means of EEG and fMRI. *Human Brain Mapping*, 30(3), 734-748.
- Finucane, M. L., & Gullion, C. M. (2010). Developing a tool for measuring the decision-making competence of older adults. *Psychology and Aging*, 25(2), 271-288. doi: 10.1037/a0019106
- Fletcher, J. M., Marks, A. D. G., & Hine, D. W. (2011). Working memory capacity and cognitive styles in decision-making. *Personality and Individual Differences*, 50(7), 1136-1141.
- Frederick, S. (2005). Cognitive reflection and decision making. *Journal of Economic Perspectives*, 19(4), 25-42.
- Fry, A. F., & Hale, S. (2000). Relationships among processing speed, working memory, and fluid intelligence in children. *Biological Psychology*, 54(1-3), 1-34.
- Fucetola, R., Seidman, L. J., Kremen, W. S., Faraone, S. V., Goldstein, J. M., & Tsuang, M. T. (2000). Age and neuropsychologic function in schizophrenia: a decline in executive abilities beyond that observed in healthy volunteers. *Biological Psychiatry*, 48(2), 137-146. doi: 10.1016/S0006-3223(00)00240-7
- Gambina, G., Bonazzi, A., Valbusa, V., Condoleo, M., Bortolami, O., Broggio, E., . . . Moro, V. (2014). Awareness of cognitive deficits and clinical competence in mild to moderate Alzheimer's disease: their relevance in clinical practice. *Neurological Sciences : official journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology*, 35(3), 385-390. doi: 10.1007/s10072-013-1523-5

- Gigerenzer, G., & Gaissmaier, W. (2011). Heuristic Decision Making. *Annual Review of Psychology*, 62(1), 451-482.
- Gilbert, S. J., Spengler, S., Simons, J. S., Steele, J. D., Lawrie, S. M., Frith, C. D., & Burgess, P. W. (2006). Functional specialization within rostral prefrontal cortex (area 10): a meta-analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(6), 932-948. doi: 10.1162/jocn.2006.18.6.932
- Gonzalez, R., Schuster, R. M., Mermelstein, R. M., & Diviak, K. R. (2015). The role of decision-making in cannabis-related problems among young adults. *Drug and Alcohol Dependence*, 154, 214-221. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2015.06.046
- Graffeo, M., Polonio, L., & Bonini, N. (2015). Individual differences in competent consumer choice: the role of cognitive reflection and numeracy skills. *Frontiers in Psychology*, 6, 844. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00844
- Griffiths, T. L., & Tenenbaum, J. B. (2006). Optimal predictions in everyday cognition. *Psychological Science*, 17(9), 767-773.
- Grisso, T. (2003). *Evaluating Competencies: Forensic Assessments and Instruments* (Second Edition ed.). New York, NY: Springer.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Hair, J., Black, B., Babin, B., & Anderson, R. (2010). *Multivariate Data Analysis*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Hardman, D., & Macchi, L. (2003). *Thinking: psychological perspectives on reasoning, judgment and decision making*. West Sussex: John Wiley & Sons.
- Harris, A. J., Corner, A., & Hahn, U. (2009). Estimating the probability of negative events. *Cognition*, 110(1), 51-64. doi: 10.1016/j.cognition.2008.10.006
- Heaton, R. K., Chelune, G. J., Talley, J. L., Kay, C. G., & Curtiss, G. (1993). *Wisconsin Card Sorting Test*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Hibbard, J. H., Peters, E., Dixon, A., & Tusler, M. (2007). Consumer Competencies and the Use of Comparative Quality Information It Isn't Just about Literacy. *Medical Care Research and Review*, 64(4), 379-394.
- Hodges, J. R., Patterson, K., Oxbury, S., & Funnell, E. (1992). Semantic dementia. *Brain*, 115(6), 1783-1806.

- Johns, E. K., Phillips, N. A., Belleville, S., Goupil, D., Babins, L., Kelner, N., . . . Panisset, M. (2009). Executive functions in frontotemporal dementia and Lewy body dementia. *Neuropsychology*, 23(6), 765.
- Jung, R. E., Segall, J. M., Jeremy Bockholt, H., Flores, R. A., Smith, S. M., Chavez, R. S., & Haier, R. J. (2010). Neuroanatomy of creativity. *Human Brain Mapping*, 31(3), 398-409.
- Kahneman, D. (2003). Maps of bounded rationality: Psychology for behavioral economics. *American economic review*, 1449-1475.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*. New-York: Farrar, Straus and Giroux.
- Kail, R., & Salthouse, T. A. (1994). Processing speed as a mental capacity. *Acta Psychologica*, 86(2-3), 199-225. doi: 10.1016/0001-6918(94)90003-5
- Kaiser, S., Simon, J. J., Kalis, A., Schweizer, S., Tobler, P. N., & Mojzisch, A. (2013). The cognitive and neural basis of option generation and subsequent choice. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 13(4), 814-829. doi: 10.3758/s13415-013-0175-5
- Kalis, A., Mojzisch, A., Schweizer, T. S., & Kaiser, S. (2008). Weakness of will, akrasia, and the neuropsychiatry of decision making: an interdisciplinary perspective. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 8(4), 402-417. doi: 10.3758/cabn.8.4.402
- Kieman, R. J., Mueller, J., Langston, J. W., & Van Dyke, C. (1987). The Neurobehavioral Cognitive Status Examination: a brief but quantitative approach to cognitive assessment. *Annals of Internal Medicine*, 107(4), 481-485.
- Klaczynski, P. A. (2001). Analytic and Heuristic Processing Influences on Adolescent Reasoning and Decision-Making. *Child Development*, 72(3), 844-861.
- Klaczynski, P. A., & Robinson, B. (2000). Personal Theories, Intellectual Ability, and Epistemological Beliefs: Adult Age Differences in Everyday Reasoning Biases. *Psychology and Aging*, 15, 400-416.
- Klein, G. (1999). *Sources of Power: How People Make Decisions*. Cambridge, MA: The MIT Press.

- Knutson, B., Adams, C. M., Fong, G. W., & Hommer, D. (2001). Anticipation of increasing monetary reward selectively recruits nucleus accumbens. *The Journal of Neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 21(16), RC159.
- Knutson, B., & Peterson, R. (2005). Neurally reconstructing expected utility. *Games and Economic Behavior*, 52(2), 305-315. doi: 10.1016/j.geb.2005.01.002
- Lewandowsky, S., Griffiths, T. L., & Kalish, M. L. (2009). The wisdom of individuals: Exploring people's knowledge about everyday events using iterated learning. *Cognitive Science*, 33(6), 969-998.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Bigler, E. D., & Daniel, T. (2012). *Neuropsychological Assessment* (Fifth ed.). New York: Oxford University Press.
- Loeb, P. A. (1996). *Independent Living Scales (ILS), Manual*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Mansbach, W. E., MacDougall, E. E., Clark, K. M., & Mace, R. A. (2014). Preliminary investigation of the Kitchen Picture Test (KPT): a new screening test of practical judgment for older adults. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition.*, 21(6), 674-692. doi: 10.1080/13825585.2013.865698
- Martinaud, O., Perin, B., Gérardin, E., Proust, F., Bioux, S., Gars, D. L., . . . Godefroy, O. (2009). Anatomy of executive deficit following ruptured anterior communicating artery aneurysm. *European Journal of Neurology*, 16(5), 595-601. doi: 10.1111/j.1468-1331.2009.02546.x
- McDaniel, M. A., Finnegan, E. B., Morgeson, F. P., Campion, M. A., & Braverman, E. P. (2001). Use of situational judgment tests to predict job performance: A clarification of the literature. *Journal of Applied Psychology*, 86(4), 730-740.
- McDaniel, M. A., Hartman, N. S., Whetzel, D. L., & Grubb Iii, W. L. (2007). Situational judgment tests, response instructions, and validity: A meta-analysis. *Personnel Psychology*, 60(1), 63-91.
- Perry, R. J., & Hodges, J. R. (1999). Attention and executive deficits in Alzheimer's disease. *Brain*, 122(3), 383-404.
- Platt, M. L., & Glimcher, P. W. (1999). Neural correlates of decision variables in parietal cortex. *Nature*, 400(6741), 233-238. doi: 10.1038/22268

- Rabin, L. A., Borgos, M. J., & Saykin, A. J. (2008). A Survey of Neuropsychologists' Practices and Perspectives Regarding the Assessment of Judgment Ability. *Applied Neuropsychology*, 15(4), 264-273.
- Rabin, L. A., Borgos, M. J., Saykin, A. J., Wishart, H. A., Crane, P. K., Nutter-Upham, K. E., & Flashman, L. A. (2007). Judgment in older adults: development and psychometric evaluation of the Test of Practical Judgment (TOP-J). *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29(7), 752-767.
- Rabin, L. A., Roth, R. M., Isquith, P. K., Wishart, H. A., Nutter-Upham, K. E., Pare, N., . . . Saykin, A. J. (2006). Self- and informant reports of executive function on the BRIEF-A in MCI and older adults with cognitive complaints. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21(7), 721-732.
- Rabin, L. A., Saykin, A. J., West, J. D., Borgos, M. J., Wishart, H. A., Nutter-Upham, K. E., . . . Santulli, R. B. (2009). Judgment in Older Adults with Normal Cognition, Cognitive Complaints, MCI, and Mild AD: Relation to Regional Frontal Gray Matter. *Brain Imaging and Behavior*, 3(2), 212-219.
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103(3), 403-428.
- Sanfey, A. G., Loewenstein, G., McClure, S. M., & Cohen, J. D. (2006). Neuroeconomics: cross-currents in research on decision-making. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(3), 108-116.
- Schacter, D. L., & Buckner, R. L. (1998). Priming and the brain. *Neuron*, 20(2), 185-195.
- Schlosser, R., Hutchinson, M., Joseffer, S., Rusinek, H., Saarimaki, A., Stevenson, J., . . . Brodie, J. D. (1998). Functional magnetic resonance imaging of human brain activity in a verbal fluency task. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 64(4), 492-498.
- Schwartz, L. M., Woloshin, S., Black, W. C., & Welch, H. G. (1997). The role of numeracy in understanding the benefit of screening mammography. *Annals of Internal Medicine*, 127(11), 966-972.
- Sevy, S., Burdick, K. E., Visweswaraiyah, H., Abdelmessih, S., Lukin, M., Yechiam, E., & Bechara, A. (2007). Iowa gambling task in schizophrenia: a review and new data in patients with schizophrenia and co-occurring cannabis use disorders. *Schizophrenia Research*, 92(1), 74-84.

- Shallice, T., & Evans, M. E. (1978). The involvement of the frontal lobes in cognitive estimation. *Cortex*, 14(2), 294-303.
- Shurman, B., Horan, W. P., & Nuechterlein, K. H. (2005). Schizophrenia patients demonstrate a distinctive pattern of decision-making impairment on the Iowa Gambling Task. *Schizophrenia Research*, 72(2), 215-224.
- Silvia, P. J. (2008). Another look at creativity and intelligence: Exploring higher-order models and probable confounds. *Personality and Individual Differences*, 44(4), 1012-1021.
- Simon, H. A. (1982). *Models of Bounded Rationality*. Cambridge: MIT Press (MA).
- Simon, H. A. (1992). What Is an "Explanation" of Behavior? *Psychological Science*, 3(3), 150-161. doi: 10.1111/j.1467-9280.1992.tb00017.x
- Sinayev, A., & Peters, E. (2015). Cognitive reflection vs. calculation in decision making. *Frontiers in Psychology*, 6, 532. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00532
- Slovic, P., Peters, E., Finucane, M. L., & MacGregor, D. G. (2005). Affect, risk, and decision making. *Health psychology*, 24(4S), S35.
- Spencer, R. J., & Johnson-Greene, D. (2009). The Cognitive Estimation Test (CET): psychometric limitations in neurorehabilitation populations. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 31(3), 373-377.
- Spitz, G., Maller, J. J., O'Sullivan, R., & Ponsford, J. L. (2013). White matter integrity following traumatic brain injury: the association with severity of injury and cognitive functioning. *Brain Topography*, 26(4), 648-660. doi: 10.1007/s10548-013-0283-0
- Stanovich, K. E. (1999). *Who is rational?: Studies of individual differences in reasoning*. Mahwah, NJ: Erlbaum: Psychology Press.
- Stern, R. A., & White, T. (2003). *Neuropsychological Assessment Battery*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
- Toplak, M. E., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2011). The Cognitive Reflection Test as a predictor of performance on heuristics-and-biases tasks. *Memory & Cognition*, 39(7), 1275-1289.
- Trotzke, P., Starcke, K., Pedersen, A., Muller, A., & Brand, M. (2015). Impaired decision making under ambiguity but not under risk in individuals with

- pathological buying-behavioral and psychophysiological evidence. *Psychiatry Research*. doi: 10.1016/j.psychres.2015.05.043
- Tsoukiàs, A. (2008). From decision theory to decision aiding methodology. *European Journal of Operational Research*, 187(1), 138-161.
- Tulving, E., & Schacter, D. L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, 247(4940), 301-306.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: heuristics and biases. Biases in judgments reveal some heuristics of thinking under uncertainty. *Science*, 185(4157), 1124-1131.
- Vartanian, O., Martindale, C., & Kwiatkowski, J. (2003). Creativity and inductive reasoning: The relationship between divergent thinking and performance on Wason's 2-4-6 task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 56(4), 641-655.
- von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1947). *Theory of games and economic behavior* (2nd ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Waller, N. G. (2008). Commingled Samples: A Neglected Source of Bias in Reliability Analysis. *Applied Psychological Measurement*, 32(3), 211-223.
- Wallsten, T. S., Fillenbaum, S., & Cox, J. A. (1986). Base rate effects on the interpretations of probability and frequency expressions. *Journal of Memory and Language*, 25(5), 571-587.
- Wechsler, D. (1997). *Wechsler Adult Intelligence Scale-Third Edition*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2010). *Échelle d'intelligence de Wechsler pour adultes, quatrième édition (WAIS-IV) - Version Canadienne Francophone*. Toronto: PsychCorp.
- Woods, D. C., Patterson, M. B., & Whitehouse, P. J. (2000). Utility of the Judgment Questionnaire subtest of the Neurobehavioral Cognitive Status Examination in the evaluation of individuals with Alzheimer's disease. *Clinical Gerontologist*, 21(4), 49-66.
- Yacubian, J., Glascher, J., Schroeder, K., Sommer, T., Braus, D. F., & Buchel, C. (2006). Dissociable systems for gain- and loss-related value predictions and errors of prediction in the human brain. *The Journal of Neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 26(37), 9530-9537. doi: 10.1523/jneurosci.2915-06.2006